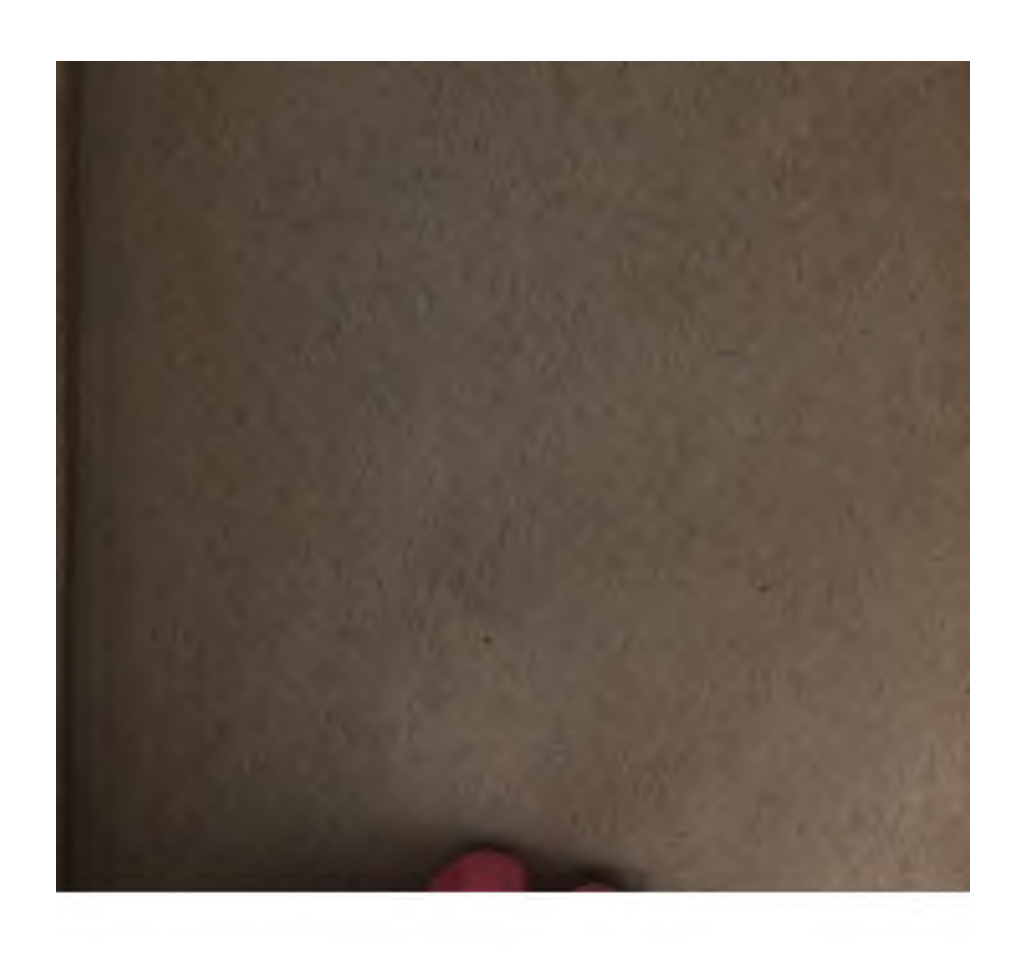
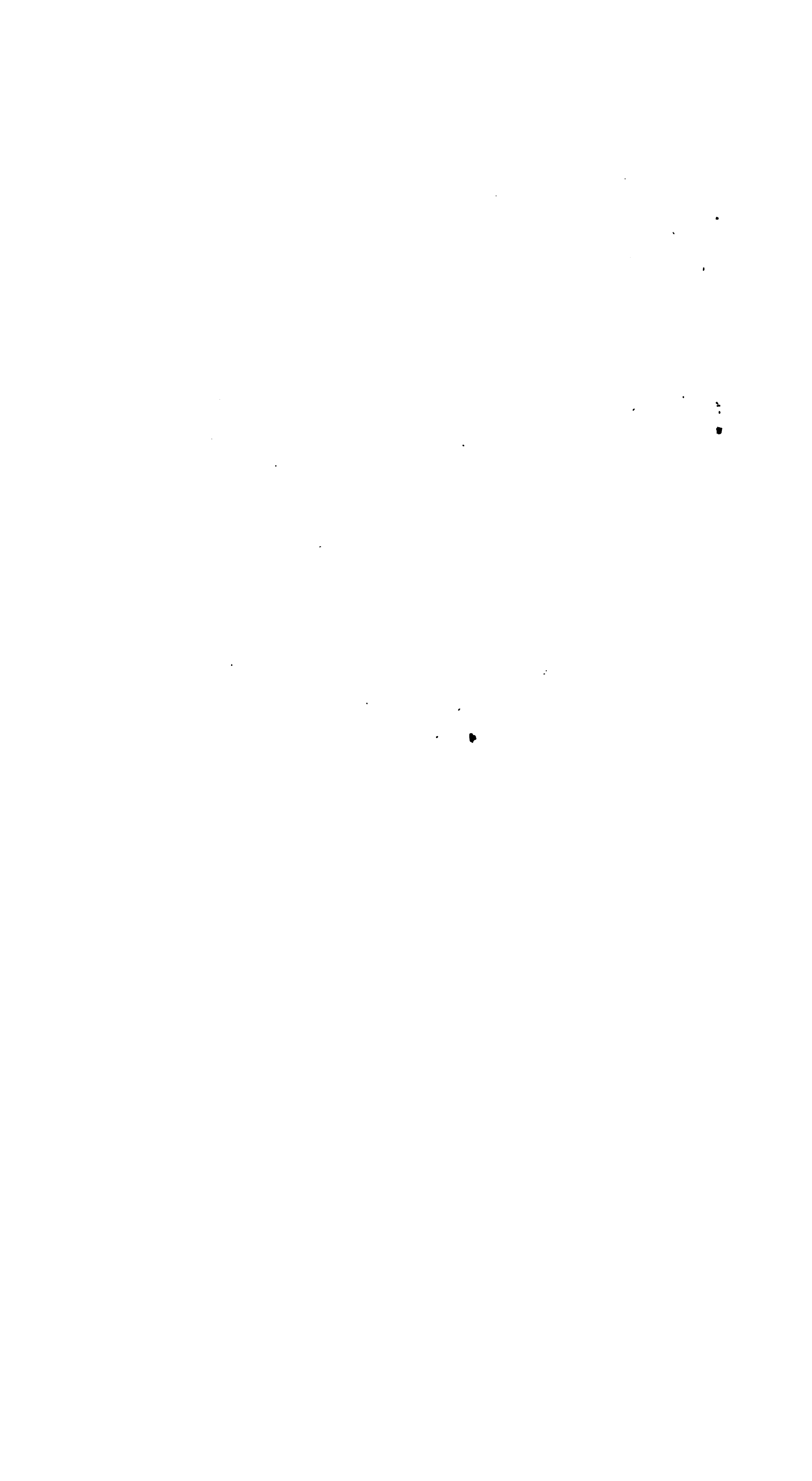
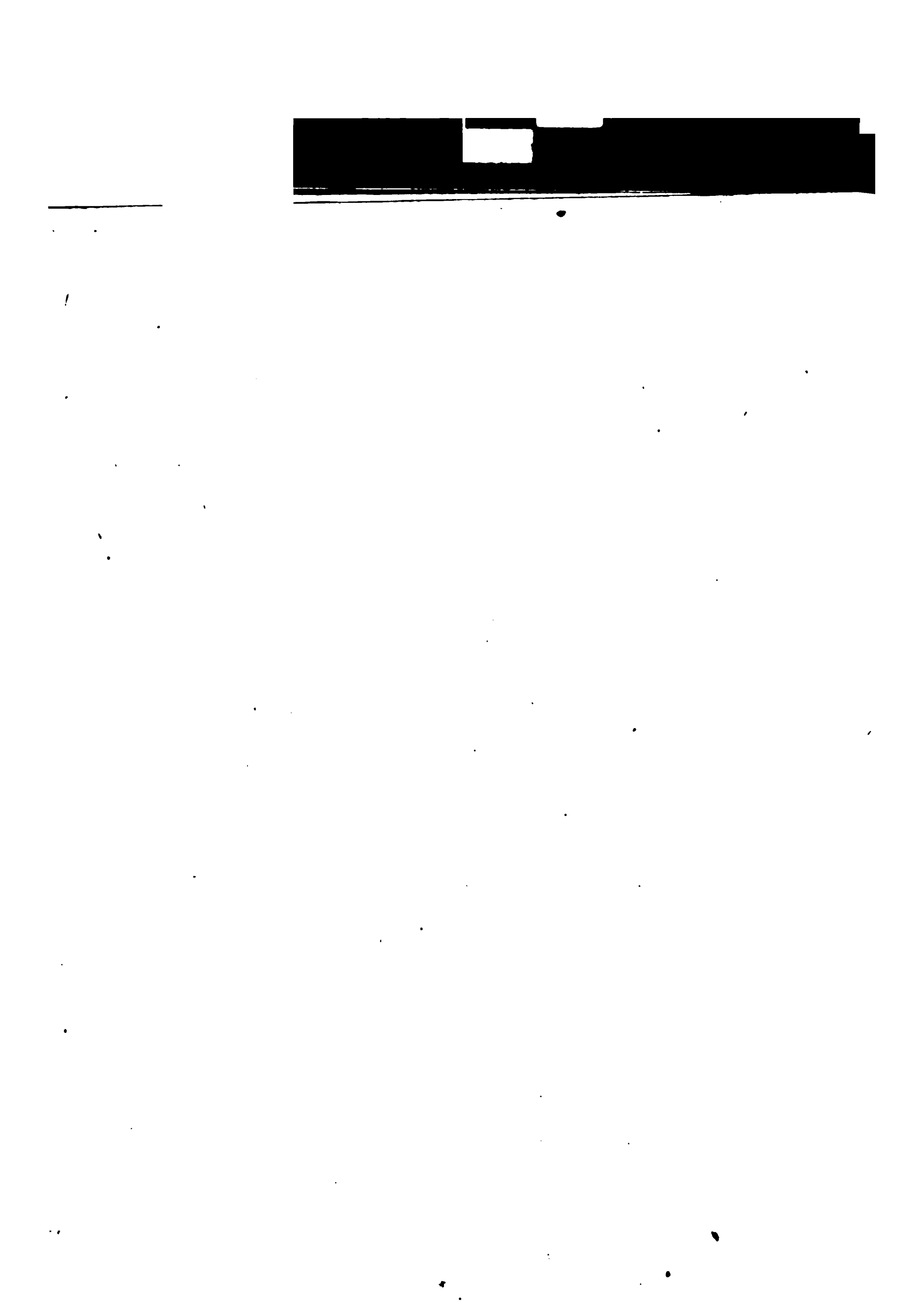










BRUNO KERL,

Handbuch der metallurgischen Hüttenkunde.

Dritter Band.

Handbuch

der

metallurgischen Hüttenkunde

zum

Gebrauche bei Vorlesungen und zum Selbststudium.

Bearbeitet

von

BRUNO KERL,

Professor der Metallurgie an der Königl. Hannoverschen Bergschule zu Clausthal.

In vier Bänden.

Zweite, umgearbeitete und vervollständigte Auflage.

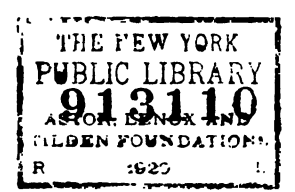
Dritter Band.

Mit 8 lithographirten Tafeln.

Leipzig.

Verlag von Arthur Felix.

1864.





Inhaltsverzeichniss des dritten Bandes.

Eisen und Stahl.

Seite

A. Eisenerze und deren Vorbereitung.

B. Zuschläge und deren Vorbereitung.

Drittes Kapitel.

Eisenhohofenbetrieb.

II. Abschnitt.

Giesserei und Förmerei.

Erstes Kapitel.

Umschmelzen des Roheisens.

Zweites Kapitel.

Förmerei.

II. Abtheilung.

Stabeisenerzeugung.

I. Abschnitt.

Darstellung des Stabeisens direct aus Erzen.

II. Abschnitt.

Darstellung des Stabeisens aus Roheisen.

Seite

Erster Theil.

Herdfrischen.

Erstes Kapitel.

Frischmaterialien.

Zweites Kapitel.

Frischvorrichtungen und Geräthschaften.

Drittes Kapitel.

Frischmethoden.

Zweiter Theil.

Flammofenfrischen (Puddeln).

Erstes Kapitel.

Puddelmaterialien.

Zweites Kapitel.

Puddelapparate.

Drittes Kapitel

Puddelofenbetrieb.

III. Abtheilung.

Stahlerzeugung.

Dritter Theil.

Härten, Schweissen und Ausrecken des Stahls.

Nachträge.

Repertorium der Figurentafeln.

Taf. I. Fig. 1—21.

Roheisen.

Taf. II. Fig. 22—57.

Roheisen.

Taf. III. Fig. 58—95.

Roheisen.

Taf. IV. Fig. 96—125.

Roh- und Stabeisen.

Taf. V. Fig. 126—151.

Stabeisen.

Taf. VI. Fig. 152—186.

Stabeisen.

Taf. VII. Fig. 187—218.

Stabeisen und Stahl.

Taf. VIII. Fig. 219—236.

Stahl.

VIII. Eisen.

§. 1. Allgemeines. Während der Handelswerth der Metalle im Allgemeinen mit wachsender Reinheit steigt, so findet das reine Eisen in der Technik nur sehr geringe Verwendung. Dagegen gibt dasselbe mit Kohlenstoff mehrere Verbindungen, welche die ausgebreitetste technische Anwendung finden. Zwischen diesen Verbindungen besteht der chemischen Zusammensetzung nach keine scharfe Grenze und ihr Unterschied ist nur in der Art der Darstellung und in den besonderen Eigenschaften einer jeden derselben zu suchen. Nach diesen verschiedenen Eigenschaften und sonstigen Merkmalen unterscheidet man:

Reines Eisen.

Gekohltes Eisen.

I. Roheisen oder Gusseisen, die kohlenstoffreichste, direct aus den Erzen erfolgende Verbindung, unstreckbar, unschweissbar, in starker Hitze (1400—1600°) tropfbarflüssig, bald weicher, bald härter. Zum Unterschiede von Roheisen, dem beim Eisenhohofenbetrieb erfolgenden Producte, bezeichnet man mit Gusseisen wohl nur das schon umgeschmolzene Roheisen. Dasselbe dient entweder, als Zwischenproduct, zur Darstellung von Stabeisen und Stahl (Rohstahl) oder wird direct oder nach vorherigem Umschmelzen zur Giesserei verwandt.

II. Geschmeidiges Eisen, Stab- oder Schmiedeeisen, ein streckbares, weiches, schweissbares und nur bei den höchsten, in metallurgischen Feuern selten vorkommenden Temperaturen (etwa 2000°) schmelzendes, kohlenstoffarmes Eisen, welches gewöhnlich durch theilweise Entkohlung des Roheisens, seltener direct aus Erzen dargestellt wird und entweder gleich Handelswaare ist, oder zur Erzeugung von Stahl durch höhere Kohlung dient.

III. Stahl, ein Eisen von mittlerem Kohlenstoffgehalt, streckbar, schweissbar, schmelzbarer (1850°) als Stabeisen, aber strengflüssiger als Roheisen, im geglühten Zustande weich, im rasch abgekühlten sehr hart, sowohl aus Roheisen, als Stabeisen, selten direct aus Erzen dargestellt.

Umfang der Eisenhüttenkunde.

Nach diesen drei Kohlungszuständen des Eisens zerfällt die Eisenhüttenkunde in die Darstellung des Roheisens, Stabeisens und Stahls und ihr demgemäss schon bedeutender Umfang wird wohl noch dadurch vergrössert, dass man die Veredlungs- und Verfeinerungsarbeiten, womit sich eigentlich die Eisenfabrikenkunde beschäftigt, mit in ihr Gebiet hineinzieht, z. B. die Förmerei und Giesserei, die Blech- und Drahtfabrikation, das Ueberziehen des Eisens mit anderen Metallen etc.

Im Nachstehenden soll hauptsächlich die Eisenhüttenkunde, als sich mit der Darstellung des Roheisens, Stabeisens und Stahls beschäftigend, abgehandelt und mit den wichtigsten Kapiteln aus der Eisenfabrikenkunde kurz verbunden werden.

Wichtigkeit d. Eisenhüttenwesens.

Die Wichtigkeit des Eisenhüttenwesens ergibt sich aus der grossen jährlichen Production an Eisen, welche im Geldwerth die sämmtlicher anderer Metalle übertrifft.[1]) Seine ungemein vielseitige Anwendung zu den verschiedensten Zwecken der volkswirthschaftlichen Thätigkeit beweist seine Unentbehrlichkeit und es pflegt, wie dies vor Allem England zeigt, die industrielle Entwicklung der Völker in geradem Verhältnisse zu ihrem Eisenverbrauche zu stehen. Die hinreichende Menge, Wohlfeilheit und Güte des Eisens steht mit dem Wohlstande des Einzelnen und des ganzen Volkes im engsten Zusammenhange.[2])

1) Berg- u. hüttenmänn. Ztg. 1857. S. 181.

2) Bgwfd. XV, 81. — Mischler, das deutsche Eisenhüttengewerbe. 2 Bde. Stuttg. u. Tüb. 1854. — Oechselhäuser, vergleichende Statist. d. Eisenind. aller Länder. Berlin 1852. — Das europäische Eisenhüttengewerbe. Leipzig 1848. — Rühlmann, die Roheisenerzeugung der Neuzeit etc. in: Mitth. d. Hannov. Gew. Vereins. 1859. Hartmann, der heutige Standpunct des deutschen Eisenhüttengewerbes in statistischer und ökonom. techn. Beziehung. Leipzig 1861.

Roheisenproduction.

Die derzeitige jährliche Roheisenproduction möchte etwa folgende sein:

England	77,680,000	Zollctr.
Frankreich	19,760,000	„
Nordamerika	17,000,000	„
Preussen	8,000,000	„
Oesterreich	6,770,000	„
Belgien	6,500,000	„
Russland	5,000,000	„
Schweden	4,200,000	„
Uebriges Deutschland .	4,000,000	„
Australien	1,500,000	„
Italien	700,000	„
Spanien	540,000	„
Norwegen	450,000	„
Dänemark	400,000	„
Zusammen	152,500,000	Zollctr.

Nach v. CARNALL [1]) betrug die Roheisenproduction aller Länder der Erde im Jahre 1854 120,000,000 preuss. Ctr., wovon Grossbrittanien 48,33, die nordamerikanische Union 16,67, Frankreich 9,17, Preussen 4,24, Russland 4,16, Oesterreich 4,17, Schweden und Norwegen 3,33, Zoll- und Steuerverein ohne Preussen 2,08, Spanien, Italien und Schweiz 1,67 und sonstige Länder 2,00 % lieferten. Ein die obige Eisenmasse einschliessender Würfel würde 303 Fuss Seitenlänge, ein Cylinder 600 Fuss Durchmesser und nahezu 100 Fuss Höhe haben. In Schienen verwandelt, könnte man damit zwei Mal die Erde umgürten.

WHITNEY [2]) gibt die Eisenproduction Europa's und der Vereinigten Staaten im Jahre 1854 zu 5,817,000 Tonnen (118,201,440 Zollctr.) im Werthe von 146,425,000 Dollars an, der Amerikaner HEWITT [3]) zu 137,788,000 Ctr. im Jahre 1855. Nach letzterem betrug die Eisenconsumtion für 1855 per Kopf

1) Bgwfd. XX, 91, 378.
2) WAGNER's Jahresber. d. chem. Technol. 1850. S. 50.
3) Preuss. Handelsarchiv. 1857. Bd. I. S. 433. — Berg- u. hüttenmänn. Ztg. 1859. S. 260; 1861. S. 39.

in England	144	Pfd.
„ Nordamerika (Union)	117	„
„ Belgien	70	„
„ Frankreich	60	„
„ Deutschland	50	„
„ Schweden u. Norwegen	30	„
„ Schweiz	22	„
„ Oesterreich	15	„
„ Russland	10	„
„ Spanien	5	„

Literatur. Zum Studium der Eisenhüttenkunde empfehlen sich nachstehende Werke:

KARSTEN, Handbuch der Eisenhüttenkunde. 5 Bände nebst Atlas. Berlin 1841.

LE BLANC und WALTER, practische Eisenhüttenkunde, deutsch bearbeitet von C. HARTMANN. 2 Bde. und 3 Supplem. mit Atlas. Weimar 1837—1841. — Fortsetzung unter dem Titel: Practische Eisenhüttenkunde von C. HARTMANN. 3r u. 4r Band. Weimar 1843—1846.

HARTMANN, Fortschritte der Eisenhüttenkunde mit 17 Tafeln. Berlin 1851.

HARTMANN, Grundriss der Eisenhüttenkunde. Berlin 1852.

VALERIUS, theoret.-pract. Handbuch der Roheisenfabrikation, deutsch bearbeitet von C. HARTMANN. Freiberg 1851. Ergänzungsheft. Freiberg 1853.

VALERIUS, theoret.-pract. Handbuch der Stabeisenfabrikation, deutsch bearbeitet von HARTMANN. Freiberg 1845. Nebst zwei Ergänzungsheften von 1848 und 1851.

SCHEERER, Lehrbuch der Metallurgie. I. Band. p. 534 (von 1848); II. Band, 1. u. 2. Lieferung 1853.

Die Fabrikation des Eisens. Von E. FLACHAT, D. BARRAULT und J. PETIET. Lüttich und Leipzig 1851. — Als systematischer Text hierzu: HARTMANN, practisches Handb. d. Roh- und Stabeisenbereitung. Leipzig 1857.

HARTMANN, die Fortschritte des metallurgischen Hüttengewerbes. I—VI. Leipzig 1858—1863.

Hartmann, Handb. d. Eisengewerbskunde. Leipzig 1860.
Weniger, practischer Schmelzmeister. Carlsbad 1860.
Jullien, theoretisch-practisches Handbuch der Eisenhüttenkunde, nebst Atlas, deutsch von Hartmann. Brüssel und Leipzig 1861.
Truran, the iron manufacture of Great-Britain, theoretically and practically considered. 2. Edition, revised by J. Arthur Phillips and William H. Dorman. London 1862.
Hartmann, Vademecum für den practischen Eisenhüttenmann. 3. Aufl. Hamm 1863.
G. Wilkie, the manufacture of iron in Great-Britain. London et Edinburg 1857.
W. Fairbairn, iron, its history, properties and processes of manufacture. Edinburg, Black 1861.

I. Abtheilung.

Roheisenerzeugung.

Roheisenarten.

§. 2. **Verschiedene Arten des Roheisens, Entstehungsweise und Eigenschaften derselben.** Werden die im Wesentlichen aus oxydirtem Eisen und schlackegebenden Bestandtheilen bestehenden Eisenerze im Eisenhohofen bei allmälig steigender Temperatur reducirenden und kohlenden Agentien ausgesetzt, so reducirt sich zunächst das Eisenoxyd zu metallischem Eisen, welches sich dann bei einer gewissen Temperatur (Erzeugungstemperatur) mit Kohlenstoff völlig sättigt. Je nachdem nun beim Durchgang der Massen vor der Form im Gestell, wo die bereits gebildeten Schlacken und gekohltes Eisen (Roheisen) schmelzen, eine höhere oder niedrigere Temperatur herrscht, bilden sich Roheisenarten von dem verschiedensten physikalischen und chemischen Verhalten, auf deren Eigenschaften auch noch die Anwesenheit gewisser Stoffe im Erz, im Brennmaterial oder im Zuschlag Einfluss hat, indem dieselben je nach der herrschenden

Temperatur und ihrer Verbindungsweise mehr oder weniger isolirt werden und ins Roheisen gehen, wie Schwefel, Phosphor, Silicium, Arsen, Mangan, Kupfer etc.

Nach dem äusseren Ansehen, hauptsächlich nach der Farbe, lassen sich folgende technisch wichtige Roheisenarten unterscheiden:

Entstehungsweise.

1) Weisses Roheisen. Dasselbe entsteht im Allgemeinen aus leichtreducirbaren, leichtflüssigen, manganhaltigen Eisensteinen, wenn Erzeugungs- und Schmelztemperatur nicht viel von einander abweichen. Wendet man bei sehr reinen, namentlich schwefel- und phosphorfreien manganhaltigen Eisensteinen eine nur so hohe Temperatur im Eisenhohofen an, dass sich das reducirte Eisen mit Kohlenstoff vollständig sättigen kann und die Erzeugungstemperatur mit der Temperatur im Schmelzraume nahe zusammenfällt, so entsteht sogenanntes Spiegeleisen.[1] Wird die Temperatur im Ofen so niedrig gehalten, dass sich das reducirte Eisen nicht völlig mit Kohlenstoff sättigen kann, so bilden sich weisse Roheisenarten, welche weniger Kohlenstoff als das Spiegeleisen enthalten und mit dem Namen strahlig-krystallinisches Roheisen, körnig-krystallinisches Roheisen, feinkörnige, blumige und luckige Flossen, je nach ihrem von der Temperatur abhängenden Kohlungsgrad und dem danach sich richtenden äusseren Ansehen, bezeichnet werden.

Entstehung d. Spiegeleisens.

Entstehung luckiger und blumiger Flossen.

Bildung des weissgaaren Eisens.

Das weisse gaare Roheisen entsteht unter ähnlichen Verhältnissen, wie das Spiegeleisen, nur aus etwas weniger reinen Erzen und bei einer etwas höheren Temperatur.

Grelles Roheisen.

Nicht zu verwechseln mit diesen auf Hüttenwerken absichtlich dargestellten Roheisensorten sind die grellen weissen Roheisenarten, welche entweder durch plötzliche Abkühlung des später zu erwähnenden grauen Roheisens oder durch theilweise Entkohlung desselben im Herd vermittelst oxydirender Agentien (Eisenoxydul, Kohlensäure) oder aus schwefel- und phosphorhaltigen Eisensteinen erfolgen.

Schmelzverhalten.

Die weissen Roheisensorten, bei verhältnissmässig niedriger Temperatur dargestellt, schmelzen leichter (nach Tunner

1) Karst. Arch. 1 R. IX, 215; XIII, 232.

bei 1400—1500° C.), als die grauen, erstarren aber rascher (sind weniger hitzig, sondern matt), werden beim Schmelzen bald dick-, bald dünnflüssig, lösen sich in concentrirter Salzsäure unter Entwicklung von Kohlenwasserstoffgeruch entweder bis auf geringe Mengen von Kieselsäure vollständig oder meist mit Hinterlassung eines braunen Rückstandes (Moder), ja selbst eines geringen Graphitgehaltes auf, klingen hell nach dem Erkalten und sind zum Theil äusserst hart und spröde, so dass sie, namentlich bei plötzlichem Abkühlen, von der härtesten Feile nicht angegriffen werden. Je lichter die Farbe, desto härter das Eisen. Diese Eigenschaften befähigen das weisse Roheisen im Allgemeinen nicht zur Anwendung in der Giesserei, während dasselbe, zuweilen mehr oder weniger phosphor- und schwefelhaltig, das Hauptmaterial für die Stabeisen- und Stahlfabrikation liefert.

Anwendung.

Solches Roheisen, aus reinen Eisensteinen bei verhältnissmässig niedriger Temperatur erblasen, in welcher fremde Stoffe dem Roheisen nur in geringer Menge zugeführt werden, enthält den Kohlenstoff chemisch gebunden, d. h. in einem Zustande, welcher zur Oxydation sehr geneigt ist, durchläuft in manchen Sorten (luckige und blumige Flossen) als sogenanntes dickgrelles Eisen zu Gunsten der Entkohlung bis zum Schmelzen alle Grade des Weichwerdens und erhält sich, ohne flüssig zu werden, längere Zeit in diesem Zustande, während wieder andere Sorten (Spiegeleisen, körnig- und strahlig-krystallinisches Roheisen, weisses gaares Roheisen) erst dünn einschmelzen (dünngrelles Eisen), sich dann aber rasch verdicken. Erstere Sorten frischen zwar etwas leichter, als letztere, sind aber deshalb auch geneigt, einen grösseren Eisenverlust durch Oxydation von Eisen neben dem Kohlenstoff zu veranlassen, weshalb man erstere meist nur in Herden, letztere sowohl in Eisenfrischherden, als in Puddelöfen auf Stabeisen und Stahl verarbeitet. Wegen grösserer Berührung mit oxydirenden Agentien findet die Entkohlung im Puddelofen rascher statt, als in Herden. Die aus dem festen Zustand sogleich in den breiartigen übergehenden Roheisensorten durchlaufen nicht einen Mittelzustand, bei dem sie schweissbar wären. Phosphorhaltiges, lichtgraues Roheisen, zur Stabeisenfabrikation

nicht mit gutem Erfolge zu gebrauchen, wird beim Schmelzen sehr dünnflüssig und zur Herstellung gewisser Gusswaaren dadurch geeignet. Die durch plötzliches Abkühlen grauen Roheisens entstandenen weissen Sorten enthalten alle Unreinigkeiten des ersteren und sind in den meisten Fällen weder zur Giesserei, noch zum Frischen geeignet.

Von allen Kohlungsstufen ist das Spiegeleisen wahrscheinlich nur eine chemische Verbindung, entsprechend der Formel Fe^4 C, während es unentschieden ist, ob sonst noch Verbindungsstufen des Eisens mit Kohlenstoff nach Aequivalenten bestehen, wie v. MAYRHOFER [1]) und GURLT [2]) annehmen. Haben derartige Annahmen gleich keine practische Wichtigkeit, so können sie doch zur Feststellung der Theorie des Hohofenprozesses beitragen.

Eigenschaften. Die bezeichneten weissen Roheisenarten haben nachstehende Eigenschaften:

Physikalische Eigenschaften. a) Spiegeleisen, Spiegelfloss, Hartfloss, Spangeleisen, Rohstahlfloss, weissgaares oder dünngrelles Eisen, mit 4,5—5½ % chemisch gebundenen Kohlenstoff und bis ½ % Silicium (Analysen Bd. I. S. 769), silberweiss, stark metallisch glänzend, sehr hart und spröde, so dass es sich pulvern lässt, Glas ritzt und von der Feile nicht angegriffen wird, krystallinisch blättrig mit Blättern von oft ein paar Zoll Grösse [3]), aber noch nicht völlig genau bestimmter krystallinischer Form. Während die Blätter nach RAMMELSBERG [4]) zwei- und eingliedrige (monoklinometrische) Prismen mit Winkeln von 112, 116, 130—131°, nach MITSCHERLICH von 120° und nach GURLT von 128—129° zu sein scheinen, bestätigen KARSTEN [5]), FUCHS [6]) und HAUSMANN [7]) nur, dass die einzelnen Individuen nicht zum isometrischen Systeme gehören und keine vollendeten Krystalle seien, sondern nur

1) Leobener und Przibramer Jahrbuch 1861. Bd. 10. S. 432.
2) Berg- und hüttenmänn. Ztg. 1855. S. 400.
3) Berg- und hüttenmänn. Ztg. 1852. S. 274. — LEONHARD, Hüttenerzeugnisse. 1858. S. 247.
4) Dess. chem. Metallurgie. 1850. S. 63.
5) Dess. Eisenhüttenkunde. 3. Aufl. I, 181.
6) DINGLER, Bd. 164. S. 348.
7) Beiträge z. metallurg. Krystallkunde. 1850. S. 7.

Krystallrudimente, welche sich unter den verschiedensten, ganz unbestimmten Winkeln schneiden und deren Durchgänge nicht Spaltungsrichtungen, sondern Absonderungsflächen sind.

Zusammensetzung.

Während BUCHNER[1]) das Spiegeleisen für die Verbindung eines noch unbekannten Kohleneisens mit reinem Eisen hält, für welche sich eine chemische Formel nicht aufstellen lasse, so ist doch dessen wahrscheinliche Zusammensetzung nach KARSTEN[2]), GURLT[3]), v. MAYRHOFER[4]) u. A. Fe^4 C mit 94,916 Fe und 5,084 Kohlenstoff, also Viertelkohleneisen, wofür viele Analysen und die anderweitig mehrfach beobachtete Verbindung des Eisens mit electronegativen Körpern in dem Verhältniss von 4 zu 1 Atom sprechen. Ein höherer Kohlenstoffgehalt kann von dem im Spiegeleisen selten fehlenden Mangan herrühren, welches die Stelle des Eisens vertritt, aber bei seinem geringeren Atomgewicht sich mit einer grösseren Quantität Kohlenstoff verbindet, als eine gleiche Menge Eisen. Je reicher demnach ein Spiegeleisen an Mangan ist, um so kohlenstoffreicher kann es sein, ohne jedoch in sehr manganreichen Sorten die Maximalgrenze von 5,93 % zu überschreiten. Für ein solches Spiegeleisen mit höchstem Kohlenstoffgehalt stellt RAMMELSBERG die Formel Fe^3 C + Fe^4 C mit 5,77 % Kohlenstoff auf.

Analysen von weissem Roheisen.

Zur Ergänzung der Bd. I. S. 769 mitgetheilten Analysen von Spiegeleisen mögen nachfolgende hier Platz finden:

	a.	b.	c.	d.
Fe	82,860	81,363	93,364	88,30
Mn	10,707	11,500	3,204	4,50
Ni	0,016	—	—	—
Co	Spr.	—	—	—
Cu	0,066	—	—	—
Al	0,077	—	—	—

1) Brgwrksfrd. Bd. 21. Nr. 5. — Berg- u. hüttenmänn. Ztg. 1858. Nr. 8.

2) Dess. Eisenhüttenkunde. 3. Aufl. I, 181.

3) Berg- u. hüttenmänn. Ztg. 1855. S. 400. — Brgwrksfrd. XVIII, 325. — GURLT, pyrogenet. Mineral. S. 38. — Berggeist. 1860. Nr. 19.

4) Leoben. Jahrb. 1861. Bd. X. S. 350, 432.

	a.	b.	c.	d.
Ti	0,006	—	—	—
Mg	0,045	—	—	—
Ca	0,091	—	—	—
K	0,063	—	—	—
Na	Spr.	—	—	—
Li	„	—	—	—
As	0,007	—	—	—
Sb	0,004	—	—	—
P	0,059			0,15
S	0,014	0,137		0,08
N	0,014			Zn 0,30
Si	0,997	0,100	0,640	0,20
C	4,323	6,900	2,250	5,48
O	0,665	—	—	—

a. Von Lohe aus Spatheisenstein des Müsener Stahlberges nach FRESENIUS (1862); 0,475 O sind an $Si O^2$ von eingemengter Schlacke und 0,190 O an Basen derselben gebunden. Der Spatheisenstein enthielt: 74,47 $\dot{Fe}\,\ddot{C}$, 17,08 $\dot{Mn}\,\ddot{C}$, 1,34 $\dot{Ca}\,\ddot{C}$, 5,75 $\dot{Mg}\,\ddot{C}$, 1,08 sandigen Rückstand, 0,09 Feuchtigkeit. b. Von New-Jersey aus Franklinit erblasen. c. Desgl., mit Holzkohlen erblasen, 0,240 $\dddot{Al}$ und 0,170 $\dot{Ca}$ enthaltend. d. Desgl., mit Anthracit erblasen (Berg- und hüttenmänn. Ztg. 1860. S. 465).

Schmelzverhalten. Bei 7,6—7,66 spec. Gewicht schmilzt das Spiegeleisen bei etwa 1500—1600° C. dünnflüssig ein (nach MAYRHOFER liegt seine Erzeugungstemperatur sowohl, als auch die Schmelztemperatur der Beschickung bei 1850° C.) und erstarrt, ohne vorher eine dickflüssige, breiartige Beschaffenheit anzunehmen und ohne Graphit auszuscheiden. Es behält im Wesentlichen seine Textur, Farbe, Härte und Sprödigkeit, sowohl bei langsamer, als plötzlicher Abkühlung.

Wird dagegen das Spiegeleisen über seinen Schmelzpunct (1600°) erhitzt und dann langsam abgekühlt, so scheidet sich Graphit aus und dasselbe geht unter Verminderung des spec. Gewichts in graues Roheisen über. Bei schneller Abkühlung[1]) eines solchen überhitzten Spiegeleisens wird

1) JULLIEN, Eisenhüttenkunde, deutsch v. HARTMANN. 1861. S. 13.

dasselbe weiss und es lässt sich mit blossen Augen kein Graphit wahrnehmen, weil er durch die ganze Eisenmasse höchst fein vertheilt ist, wohl aber durch die chemische Analyse. Graues Roheisen, nach dem Schmelzen langsam abgekühlt, bleibt grau, wird aber bei plötzlicher Abkühlung (Abschrecken) weiss und verliert an Dichtigkeit.[1])

Die Umwandlung des Spiegeleisens in graues Roheisen durch starkes Erhitzen und langsames Abkühlen erklärt GURLT dadurch, dass sich das Viertelkohleneisen durch Einfluss der Wärme in ähnlicher Weise in eine niedrigere Kohlungsstufe und freien Kohlenstoff (Graphit) umwandelt ($2\,Fe^4C = Fe^8C + C$), wie Schwefeleisen in eine niedrigere Schwefelungsstufe und freien Schwefel ($FeS^2 = FeS + S$).

Der Zustand, in welchem sich der ausgeschiedene Kohlenstoff in dem flüssigen grauen Roheisen befindet, ist noch nicht genau gekannt. Nach Einigen, z. B. KARSTEN, MAYRHOFER, SCHAFHÄUTL etc. ist der Kohlenstoff wahrscheinlich nicht im isolirten Zustande (als Graphit) im flüssigen grauen Roheisen vorhanden, sondern chemisch gebunden, und scheidet sich dann erst beim Erstarren ab, weil das Eisen im festen Zustande nicht so viel Kohlenstoff aufgelöst enthalten kann, als im flüssigen. Als Gründe dafür gibt man an, dass durch Abschrecken weiss gemachtes Roheisen allen Kohlenstoff chemisch gebunden enthalte; CARON[2]) hat durch Analysen nachgewiesen, dass gehärteter Stahl beim Auflösen in Säuren weniger graphitischen Rückstand zurücklässt, als zugehöriger ungehärteter Stahl, wonach also beim Härten mehr Kohlenstoff chemisch gebunden wird. Dasselbe ist beim Abschrecken des grauen Roheisens, einem ähnlichen Vorgange, wie das Stahlhärten, wahrscheinlich der Fall.

Man macht graues, zum Frischen bestimmtes Roheisen zuweilen durch Abschrecken absichtlich weiss, um den Kohlenstoff meist in gebundenen Zustand zu versetzen und nicht zuviel schwer verbrennlichen Graphit zu erhalten.

Nach SCHAFHÄUTL ist der Graphit ein Ausscheidungs-

---

1) HAUSMANN, Molekularbewegungen. 1856. S. 46.
2) DINGL., Bd. 168. S. 36.

product, welches dem beim Behandeln von weissem Roheisen mit Salzsäure abgeschiedenen braunen Moder selbstständig gegenüber steht. KUHLEMANN hat aus ein und derselben Giesskelle voll flüssigen Roheisens graues und abgeschrecktes Eisen nach dem Erkalten erzielt und gefunden, dass beim Auflösen in Säure ersteres eine grosse, letzeres eine geringe Menge Graphit zurückliess.

Nach Anderen, z. B. nach GURLT [1]), ist der Graphit im flüssigen Eisen nicht chemisch gebunden, und es findet sich im abgeschreckten weissen Roheisen der Graphit in höchst feiner Vertheilung und lässt sich als solcher durch die Analyse nachweisen. EYFERTH [2]) neigt sich auf Grund angestellter Versuche und verschiedener Erscheinungen beim Hohofenbetrieb zu der Ansicht hin, dass im flüssigen grauen Roheisen schon Graphit enthalten sei. Die Anstellung genauer chemischer Analysen von abgeschreckten weissen Roheisensorten muss hierüber weiteren Aufschluss geben, da die vorhandenen (Bd. I. S. 771) bald einen geringen Graphitgehalt nachweisen, bald nicht. Wahrscheinlich ist die Umwandlung des weissen Roheisens in graues den sonst beobachteten Vorgängen analog, bei welchen eine chemische Verbindung sich theilweise zerlegt und ein Bestandtheil sich in Folge der Tendenz zur Krystallisation aus der längere Zeit flüssig bleibenden Verbindung ausscheidet. Dabei scheint die Abscheidung des Graphits durch die Anwesenheit gewisser anderer Stoffe, wie Schwefel, Phosphor, Silicium, Mangan etc., theils befördert, theils verhindert zu werden.

Ausser durch Wärme lässt sich nämlich in dem flüssigen Spiegeleisen der Uebergang des chemisch gebundenen Kohlenstoffs in Graphit nach KARSTEN's [3]) Versuchen dadurch herbeiführen, dass man dasselbe mit Schwefel, Phosphor oder Silicium zusammenschmilzt. Dabei vereinigen sich diese Stoffe mit dem Eisen zu chemischen Verbindungen, indem sie einen Theil des chemisch gebundenen Kohlenstoffs ausscheiden.

---

1) B.u. h. Ztg. 1855. S. 403.
2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 142.
3) Dessen Eisenhüttenkunde, 3. Aufl. I, 427.

Entstehung des Spiegeleisens.

Das Spiegeleisen, das mit dem höchsten Kohlenstoffgehalt versehene Viertelkohleneisen, Fe^4C, entsteht beim Verschmelzen von schwefel- und phosphorfreien, durch einen Mangangehalt leichtflüssig gemachten porösen Eisensteinen, namentlich Spatheisensteinen, und bei schwefelfreiem Brennmaterial (Holzkohlen) in einer nur so hohen Temperatur, dass sich das Eisen mit Kohle vollständig sättigen kann, und beim Durchgang des gekohlten Eisens durchs Gestell in Folge nicht zu hoher Temperatur keine Umwandlung in graues Eisen (S. 10) stattfindet. Dabei muss man den Satz so hoch führen, dass die Schmelzung erst in sehr geringer Höhe über der Form eintritt und dann vollständig stattfindet, weil bei einer schon früheren Schmelzung das Spiegeleisen längere Zeit einer entkohlenden Wirkung durch Kohlensäure ausgesetzt wäre. Bei einem Schwefel- oder Phosphorgehalt der Eisensteine tritt, wie eben angegeben, keine vollständige Kohlung des Eisens ein, und es entstehen kohlenstoffärmere, weisse Roheisensorten meist ohne die Textur des Spiegeleisens, von strahliger bis körniger Textur und bläulichweisser Farbe. Solche Abänderungen von weissem Roheisen entstehen auch, wenn kohlenstofffreies Eisen von flüssigem Spiegeleisen aufgelöst wird.

Die zur Bildung des Spiegeleisens erforderliche Temperatur ist schon so hoch, dass sich eine geringe Menge Kieselsäure der Beschickung reducirt und das Spiegeleisen etwas siliciumhaltig wird. Trotz des oft bedeutenden Gehaltes der Beschickung an oxydirtem Mangan wird meist nur ein verhältnissmässig geringer Theil desselben im Gestell durch Kohle oder den Kohlenstoff des bereits gebildeten Roheisens reducirt, weil das viel schwieriger als oxydirtes Eisen reducirbare Manganoxydul meist in die Schlacken geht und diese leichtflüssig macht. Bei einem bedeutenden Ueberschuss an Manganoxydul in der Beschickung entstehen, wahrscheinlich durch frühere Schlackenbildung und energischere Einwirkung des Manganoxyduls aufs Kohleneisen im Gestell des Hohofens, kohlenstoffärmere, weniger harte, strengflüssigere weisse Roheisensorten, ohne dass ihr Mangangehalt wächst.[1])

---

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 52.

Derselbe übersteigt bei Spiegeleisen gewöhnlich nicht 7 % und kann nur unter besonderen Umständen, z. B. bei höherer Temperatur im Gestell, bei stärkerem Drucke kohlender Gase und Dämpfe, bei basischen Schlacken, aus denen sich das Manganoxydul leichter reducirt, etc. bis auf 22 % steigen[1]) (Siegensches Spiegeleisen). Es pflegt sich der innere Werth des Spiegeleisens bei manchen Verwendungen wesentlich nach der Grösse des Mangangehaltes zu richten.

Anwendung des Spiegeleisens.

Das Spiegeleisen eignet sich zur Eisen- und Stahlbereitung sowohl in Frischherden, als in Puddelöfen, und frischt, weil es dünnflüssig einschmilzt, etwas langsamer, als die luckigen und blumigen Flossen, was beim Frischen auf Stahl zur rechtzeitigen Unterbrechung der Oxydation sehr erwünscht ist. Wegen seiner Kostspieligkeit und der schwierigeren Verarbeitung wird es gewöhnlich nicht für sich allein verarbeitet, sondern dient als die Qualität anderer Roheisensorten verbessernder Zusatz beim Frischen, namentlich zur Erzeugung von sehr guten Stabeisensorten (Panzerplatten, Armstrongcanonen, mancher Maschinentheile etc.). Das wirksame Agens in demselben scheint hauptsächlich das Mangan[2]) zu sein, welches sich mit den in den minderen Roheisensorten enthaltenen Verunreinigungen, wie Schwefel, Phosphor, Silicium etc., verbindet und dann oberflächlich auf dem flüssigen Roheisen als sogenannte Wanzen oder Narben ausscheidet (Bd. I. S. 767). In dieser Weise wirkt z. B. auch ein Zusatz von Siegenschem manganreichen Spiegeleisen bei Darstellung von Bessemer-Stahl aus dem englischen Roheisen mit einem nie fehlenden Schwefelgehalt. CARON[3]) hat durch directe Versuche nachgewiesen, dass ein Zusatz von metallischem Mangan (93 Mn, 1,0 Fe, 5,5 C, 0,5 Si) beim Umschmelzen des Roheisens sowohl, als beim Verfrischen desselben auf Stabeisen und Stahl Schwefel und Silicium entfernt. $^5/_{1000}$ Mangan machen Stahl

Wirkung des Mangans.

1) Leoben. Jahrb. 1862. XI. S. 295. — TUNNER, Ber. über die London. Industrie-Ausst. von 1862. S. 42. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 320.

2) Leoben. Jahrb. 1862. XI. S. 291, 295. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 159; 1862. S. 320. — Preuss. Zeitschrift, 1856. III, 268. — Oesterr. Zeitschrift, 1861. S. 374.

3) DINGL., Bd. 168. S. 380.

durch Bindung des freien Kohlenstoffs besser und schweissbarer, wenn er es nicht war, dagegen bei mehr Mangan spröde und hart.

Beim Frischen eines phosphorhaltigen Roheisens soll sich bei Spiegeleisenzusatz phosphorsaures Manganoxydul bilden, welches sich selbst in der grössten Hitze nicht reducirt, während das entsprechende Eisensalz wieder in Phosphoreisen übergeht. Da sich beim Frischen eines manganhaltigen Roheisens das Mangan noch vor Entfernung des Kohlenstoffs theilweise oxydirt, so zieht das gebildete Manganoxydul das Silicium mit in den Oxydationsprozess hinein, und das gebildete Mangansilicat hat die Eigenschaft, sich mit vorhandenen Schwefelmetallen, z. B. Schwefeleisen, Schwefelmangan, zu vereinigen und diese dann in die Schlacken zu führen. [1]) Auch kann sich Schwefelmangan direct mit Manganoxydul verbinden.

Die günstige Wirkung des Mangans liegt danach nicht, wie man früher meinte, in seiner Verbindung mit Eisen, durch welche letzteres nur verschlechtert wird.

Uneigentliches Spiegeleisen.

Nicht zu verwechseln mit dem beschriebenen gutartigen Spiegeleisen sind manche weisse Roheisensorten, welche, ähnlich wie dieses, eine krystallinisch blättrige Textur besitzen, aber gewisse, für den Frischprozess schädliche Bestandtheile enthalten. So ist z. B. nach Scheerer [2]) in dem Spiegeleisen von Alais (Bd. I. S. 769, N⁰. 8) die Bildung von Fe^4C durch eine gewisse Beimischung von Si As, $As S^2$ und $Al S^2$ nicht beeinträchtigt. Nach Huene [3]) und Karsten [4]) erzeugt sich schwefelhaltiges Spiegeleisen, wenn man graues Roheisen mit Schwefel zusammenschmilzt. Dabei wird, wie bei weissem Roheisen (S. 12), unter Bildung von Schwefeleisen Kohlenstoff ausgeschieden, mit welchem sich das nicht zersetzte Kohleneisen sättigt und beim raschen Abkühlen Spiegeleisen bildet. Dass bei Entstehung eines solchen Gebildes andere Zustände obwalten, als bei der des wirklichen

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 320.
2) Dessen Metallurgie, II, 54.
3) Dingl., Bd. 85. S. 374.
4) Dessen Eisenhüttenkunde, 3 Aufl. I, 427.

Spiegeleisens, beweist das Verhalten, dass bei langsamerer Abkühlung des mit Schwefel geschmolzenen grauen Eisens ein graphitreiches graues Eisen entsteht (S. 10). Auch aus unreinen Eisenfrisch-[1]) und Puddelschlacken (B. I. S. 769, N°. 13) erzeugt sich zuweilen solches Spiegeleisen.

Luckige und blumige Flossen.

b) Feinkörnige blumige und luckige Flossen, erstere mit 4—5, letztere mit 3—4% chemisch gebundenem Kohlenstoff und bis 1/2% Silicium, 7,5—7,6 spec. Gew., silberweiss, feinkörnig, nicht krystallinisch und mit Blasenräumen versehen. Erstere zeigen im Bruche nur kleinere, meist nach einer Seite mehr ausgedehnte, weniger deutliche Spiegelflächen oder bei bläulicher Farbe ein strahligfaseriges, also blumiges und nicht mehr geradflächig spiegelndes Gefüge (Analysen Bd. I. S. 770). Diese Eisenarten entstehen aus reinen, leichtflüssigen und leichtreducirbaren Erzen bei Temperaturen, welche zur völligen Kohlung des reducirten Eisens nicht mehr hinreichen, und zwar fallen sie um so kohlenstoffärmer und schwerer schmelzbar aus, je niedriger die Temperatur; um so schwieriger wird aber auch der Betrieb, so dass das luckige Eisen sich meist nur unterbrechungsweise darstellen lässt, damit der Hohofen sich nicht versetzt. Die Temperatur stimmt man durch mehr oder weniger hohe Satzführung und stärkeres oder schwächeres Gebläse. Die Härte dieser Roheisensorten ist weniger gross, als die des Spiegeleisens, — daher der Name Weichfloss für das luckige Eisen, welches je nach der Grösse der darin vorhandenen Blasenräume sich als gross- oder kleinluckig darstellt — und es entstehen bei noch mehr abnehmender Temperatur beinahe hämmer- und schweissbare Producte, mit meist bis 3% Kohlenstoff (z. B. Ziehscheibenstahl mit 3,3% C.), schuppigkörnig (gekrauste Flossen) und in den Poren mit Anlauffarben. Die blumigen und luckigen Flossen sind beim Schmelzen dickflüssig (dickgrelles Eisen), letztere noch mehr als erstere, so dass bei denselben Ausscheidungen von Kieselmangan, gebildete Gase etc. nicht mehr vollständig an die Oberfläche treten können, sondern letztere Blasenräume bilden. Auch fahren die Abscheidungen durch die wenig bewegliche siebartige Oberfläche

1) Oesterr. Zeitschr. 1861. S. 37.

und reissen Eisen mit fort, welches an der Luft unter Funkensprühen und Geräusch verbrennt (MAYRHOFER's Blick- und Funkenausscheidung, Bd. I. S. 768). Beim Ausfliessen aus dem Herde des Ofens vermag im luckigen Eisen der Kohlenstoffgehalt dasselbe nicht mehr gegen die Einwirkung der Luft und Feuchtigkeit zu schützen, in Folge dessen durch Gasbildung das Eisen löcherig wird.

Die luckigen und blumigen Flossen erfordern zu ihrer Erzeugung um 10—15% weniger Brennmaterial, als gaares Eisen, und lassen sich wegen geringen Kohlenstoffgehaltes und dickflüssiger Beschaffenheit schnell in Frischeisen überführen (Weichzerrennen), während die Grenze der Kohlenstoffabscheidung, wobei diese Eisensorten in Stahl übergehen, schwieriger festzustellen ist, als bei dem langsamer frischenden Spiegeleisen. Wegen der dickflüssigen Beschaffenheit, des breiartigen Einschmelzens entsteht beim Frischen im Puddelofen ein grösserer Eisenverlust, als in Herdöfen. Durch Glühen mit sauerstoffhaltigen Körpern lassen sich diese Roheisensorten leicht in Glühstahl (Bd. I. S. 725) und hämmerbares Gusseisen (Bd. I. S. 725) überführen.

Modificationen.

Zwischen dem Spiegeleisen und den blumigen Flossen können aus nahe derselben Eisensteins-Beschickung, aber bei passend modificirter Temperatur noch strahlig-krystallinisches und körnig-krystallinisches weisses Roheisen sich erzeugen, welches erstere hinsichtlich seines Kohlengehaltes mehr dem Spiegeleisen, letzteres den blumigen Flossen sich nähert. Beide sind sehr hart, schmelzen aber hinreichend dünnflüssig ein, um sowohl im Puddelofen, als Frischfeuer mit Vortheil auf Stahl und Stabeisen verarbeitet zu werden.

MAYRHOFER stellt die Zusammensetzung der genannten weissen Roheisensorten durch folgende Formeln dar, welche aber den Kohlenstoffgehalt theilweise etwas zu gering erscheinen lassen:

Spiegeleisen	Fe^4C	mit	5,10—5,33 C.
Strahlig-krystallinisches Roheisen	Fe^6C	mit .	3,45—3,62 „
Körnig „ „	Fe^8C	„ .	2,61—2,74 „
Blumiges „	$Fe^{10}C$	„ .	2,10—2,20 „
Luckiges „	$Fe^{12}C$	„ .	1,75—1,84 „

Gaares Weisseisen.

c) Weisses Roheisen vom Gaargange (Analysen Bd. I. S. 770). Werden reine Eisensteine mit schwefelhaltigen Koks oder Eisensteine mit einem geringen Schwefel- und Phosphorgehalt oder solche, die sich etwas schwieriger reduciren lassen, unter ähnlichen Verhältnissen — also bei einer nicht zu hohen Temperatur im Schmelzraume — verschmolzen, wie die Spiegeleisen gebenden Erze, so erhält man ein weisses Roheisen mit einem geringen Schwefel- und Phosphorgehalt (von wenig bis zu 2 %) und in Folge dessen einem geringeren Kohlenstoffgehalt (1½—4, gewöhnlich 2,5—3,5 %), wobei aber unter Bildung einer eisenarmen Schlacke fast alles Eisenoxyd reducirt wird. Der niemals fehlende Mangangehalt der Beschickung macht dieselbe theils leichtflüssig, theils wirkt er auf die Reinigung des Roheisens (S. 14) ein, so dass dasselbe ein für viele Zwecke taugliches Stabeisen liefert, welches allerdings die Qualität des aus den vorher genannten weissen Eisensorten erzeugten nicht erreicht. Der Siliciumgehalt eines solchen Roheisens ist nicht viel grösser, als der des Spiegeleisens, jedenfalls geringer, als bei den halbirten und grauen Roheisensorten, selten über ½, höchstens bis 1 %.

Ein blättrig-strahliges Eisen von Gittelde am Harze (I. 770) enthielt nach SCHILLING 0,08 Graph., 2,60 chem. geb. C, 0,087 S, 0,48 P, 0,99 S, 2,01 Mn. Bei einem grösseren Schwefel- und Phosphorgehalt der Erze erzeugt sich, selbst bei höherer Temperatur im Schmelzraume, bei gaarer Schlacke ein weisses schwefel- und phosphorhaltiges, kohlenstoffarmes Roheisen mit bedeutendem Siliciumgehalt, sogenanntes weisses Roheisen von heissgaarem Gange. Ein solches zur Stabeisenfabrikation nicht brauchbares Product von Firmy, mit Koks erblasen, enthielt nach BERTHIER 4,10 Si, 0,30 S, 2,30 P und 1,40 C. Aus Puddelschlacken [1]) erblasen, kann solches Roheisen je nach deren Reinheit bald zum Frischen tauglich sein, bald nicht.

Heissgaares Weisseisen.

Ein Silicium- und Phosphorgehalt ertheilt dem Roheisen eine lichtere bläuliche, ein Schwefelgehalt eine schmutzige, dunklere Nüance ins Gelbliche und Bräunliche, und bei Abnahme des Kohlenstoffgehaltes kommt die Stahlfarbe mehr

1) B. u. h. Ztg 1862. S. 320.

zum Vorschein und die krystallinische oder blumige Textur geht mehr in eine körnige über. Der Glanz nimmt mit dem Dunklerwerden ab. Aehnliche Nüancen können indess durch verschiedene quantitative Combinationen dieser Stoffe auch entstehen, so dass selbst ein geübtes Auge die Natur eines weissen Roheisens nach seinem äusseren Ansehen nicht immer zu erkennen vermag. Hierzu muss seine Entstehungsweise bekannt sein. Während das blumige Eisen einen splittrigen Bruch besitzt, so hat das gewöhnliche weisse bald einen muschligen, bald einen körnigen Bruch.

Grelles Roheisen.

d) Weisses Roheisen vom Rohgange (grelles Roheisen). Bei unvollständiger Reduction des Eisenoxyds, also bei Rohgang, der durch verschiedene Ursachen herbeigeführt werden kann und durch eine dünnflüssige, eisenhaltige, rohe Schlacke (Kochschlacke) angezeigt wird, wirkt im Schmelzraume das verschlackte oxydirte Eisen, welches die Beschickung leichtflüssig und dadurch schon zur Bildung von weissem Eisen geneigt macht, auf das gekohlte Roheisen oxydirend ein, in Folge dessen kohlenstoffärmere (nach EGGERTZ z. B. mit 2,7 % C), mehr oder weniger dickflüssige (dünn- und dickgrelle) weisse Roheisensorten entstehen, welche bei reinen Eisensteinen zum Verfrischen wohl geeignet sind, aber sich auf die Dauer ohne Versetzung und Zerstörung des Ofengestelles nicht darstellen lassen. Obgleich bei verhältnissmässig niedriger Temperatur erzeugt, besitzen sie meist einen höhern Siliciumgehalt (S. 771), als die gaar erblasenen Sorten, indem das weniger gekohlte Eisen leichter Silicium, Schwefel und Phosphor aufnimmt, als stärker gekohltes, wie nach KUHLEMANN folgende Analysen von Königshütter Roheisen beweisen:

	C	Graphit	Si	S	P
Giessereiroheisen vom Gaargang	0,98	1,87	3,44	0,048	0,163
Desgleichen bei derselben Beschickung vom Rohgang	2,02	0,77	3,82	0,081	0,213
Frischroheisen vom Gaargang	0,55	2,44	3,15	0,009	0,067
Desgleichen bei derselben Beschickung vom Rohgang	1,97	0,93	4,09	0,019	0,093

Bei schwefel- und phosphorhaltigen Eisensteinen erfolgt unter diesen Umständen ein sehr schlechtes, zur Frischerei

nicht verwendbares Product, welches häufig nur noch in Folge seines Schwefel- und Phosphorgehaltes, nicht seines Kohlenstoffgehaltes flüssig bleiben kann.

Abgeschrecktes Weisseisen.

e) Abgeschrecktes Weisseisen. Nicht zu verwechseln mit diesen Eisensorten ist das durch plötzliches Abschrecken (S. 11) von grauem Eisen entstehende weisse Roheisen von strahligem Gefüge und weissgrauer oder silberweisser Farbe, je nachdem das graue Roheisen bei höherer oder niedrigerer Temperatur erblasen war. Das abgeschreckte weisse Roheisen unterscheidet sich von den natürlichen weissen Roheisensorten durch seine, die des harten Stahls übertreffende Härte, geringeres specifisches Gewicht, Abscheidung von etwas Graphit beim Auflösen in Säuren und wieder Grauwerden beim nochmaligen Umschmelzen und langsamen Erkalten. Da das specifische Gewicht des abgeschreckten Roheisens geringer ist, als das des zugehörigen grauen, so war der Vorgang beim Abschrecken ohne Zweifel der, dass das durch die Wärme ausgedehnte graue Roheisen beim plötzlichen Abkühlen nicht sich eben so schnell zusammenziehen konnte, als es Wärme verlor, und in Folge dessen sein Volumen grösser blieb. Durch diese künstlich erhaltene Ausdehnung tritt eine solche Spannung der Molekule unter einander hervor, dass sie sich als bedeutende Härte äussert, die aber sofort verschwindet, wenn man durch nochmaliges Glühen (Tempern) die künstliche Ausdehnung aufhebt. Aehnlich wie beim Härten des Stahles findet beim Abschrecken des grauen Roheisens eine Veränderung der Lage der Molekule [1]) und nach CARON [2]) eine theilweise Umwandlung des graphitischen Kohlenstoffs in chemisch gebundenen statt (S. 11). Eine abweichende Theorie hat JULLIEN [3]) aufgestellt. Nach DEVILLE [4]) enthält graues Roheisen krystallisirten, weisses abgeschrecktes amorphen Kohlenstoff. Solches abgeschrecktes Roheisen kann, wenn es aus reineren Eisensteinen erblasen ist, trotz seines gewöhnlich höheren Siliciumgehaltes, welcher dem grauen Roheisen eigen war, besser zum Frischen verwendet werden,

1) HAUSMANN's Molekularbewegungen, 1856. S. 43, 46.
2) DINGL., Bd. 168. S. 36.
3) Dessen Eisenhüttenkunde, deutsch von HARTMANN. 1861. S. 13.
4) B. u. h. Ztg. 1863. S. 304.

als das wegen seines Graphitgehaltes schwerer frischende graue Eisen. Besitzt letzteres aber einen Schwefel- oder Phosphorgehalt, so kann es zur Erzeugung eines nutzbaren Stabeisens besser direct verfrischt werden, ohne abgeschreckt zu sein, weil wegen des länger dauernden Frischprozesses die fremden Bestandtheile mehr Gelegenheit haben, sich abzusondern, als bei dem rascher frischenden, geweissten Roheisen.

Wird zur Giesserei geeignetes graues oder halbirtes Roheisen in nasse Sandformen oder in eiserne, stark wärmeleitende Formen gegossen, so werden die Güsse in Folge der Bildung von abgeschrecktem weissen Eisen oberflächlich hart, was bald erwünscht (Hartwalzen, Eisenbahnwagenräder etc.), bald unerwünscht sein kann, letzteres, wenn die Gegenstände noch einer weiteren Bearbeitung auf mechanischem Wege bedürfen.

Werden solche hart gewordene Gusswaaren, so wie jedes weisse Roheisen unter feuerfesten Ueberzügen oder in Pulver von Kreide, Knochenasche, Kohle etc. in feuerfesten Kästen längere Zeit in starke Rothgluth versetzt und dann wieder langsam abgekühlt (Adouciren, Tempern), so werden sie in Folge einer Atomumgruppirung und wohl einer theilweisen Ausscheidung oder Oxydation von Kohlenstoff weicher.

Während jedes Roheisen, am leichtesten das kohlenstoffarme, durch plötzliche Abkühlung weiss wird, so begünstigen Phosphor, Schwefel und Mangan, in grösserer Menge vorhanden, das Weisswerden, indem sie theils die Beschickung leichtschmelziger machen, wie Mangan, oder den Schmelzpunct des Roheisens herabstimmen, wie Schwefel und Phosphor.

Das grelle Eisen ist selten hitzig, besitzt im Fluss eine weisse, ins Röthliche spielende Farbe und schwindet stark; dickgrelles Eisen dehnt sich, statt zu schwinden, aus, erstarrt mit convexer blasiger Oberfläche, ist im Bruche hellgrau bis weisslich, bald blättrig strahlig, bald feinkörnig.

Entstehungsweise.

2) Graues Roheisen (Analysen Bd. I. S. 772). Dasselbe entsteht im Allgemeinen, wenn das im Hohofenschacht aus den Eisensteinen reducirte Eisen nach geschehener völliger Kohlung, also bei der ursprünglichen Zusammensetzung des Spiegeleisens, im Schmelzraume höheren Temperaturen ausgesetzt wird, als zu seiner Erzeugung erforderlich sind. Dabei scheidet sich nach GURLT's Ansicht ein Theil des

chemisch gebundenen Kohlenstoffs als Graphit[1]) (Gaarschaum, Eisenschaum, Eisenfarbe, mechanisch gebundener Kohlenstoff) ab, welcher beim langsamen Erstarren des Eisens im Gemenge mit dem niedriger gekohlten weissen Eisen graues Roheisen bildet (S. 11). Je höher die Temperatur im Schmelzraume, welcher das flüssige Roheisen ausgesetzt wird, um so reichlicher ist die Auscheidung von Graphit und um so dunklere Roheisensorten erfolgen; je mehr sich dieselbe dem Schmelzpunct des Roheisens nähert, um so graphitärmer und lichter fallen sie aus (halbirtes Eisen). Erhält man solches graphitisches graues Roheisen nach dem Einschmelzen längere Zeit in flüssigem Zustande bei einer den Schmelzpunct des grauen Roheisens nicht viel übersteigenden Temperatur von 1700—1750° C., so findet unter allmäligem Auflösen des Graphits eine Rückbildung statt, wie sie auch beim Frischen des grauen Roheisens eintritt. Der Graphit hat einen wesentlichen Einfluss auf den Molekularstand und die Textur des Roheisens, namentlich in Betreff seiner Form und der Art seiner Vertheilung in der Masse, in Folge dessen die chemische Zusammensetzung der grauen Roheisenarten nicht immer ihren physikalischen Eigenschaften (Dichte, Cohäsion etc.) und nicht der nämlichen chemischen Constitution entspricht.

Bei der höheren Temperatur im Gestell, wobei sich graues Roheisen bildet, werden auch andere Bestandtheile der Beschickung, namentlich Erdenmetalle (Calcium, Magnesium, Aluminium) und Silicium in grösserer Menge reducirt, so dass die grauen Roheisensorten daran reicher sind, als die bei niedrigerer Temperatur entstandenen weissen. Dieser höhere Gehalt an fremden Stoffen scheint die Graphitausscheidung vor dem Erstarren des Roheisens zu befördern (S. 12) und ein Theil derselben sich in dem Graphit in chemischen Verbindungen zu finden, wie z. B. Silicium. (Siehe Constitution des Roheisens.)

Entsteht bei einer strengflüssigen Beschickung und hoher

---

1) Ueber Graphitbildung: Karst., Arch. 1 R. VIII, 43; XII, 91; XIII, 232; XV, 177; XVII, 118.

Schmelztemperatur statt grauen weisses Roheisen, so ist der Grund davon entweder eine plötzlich eingetretene Temperaturerniedrigung, in Folge dessen das graue Eisen abgeschreckt wird (S. 20), oder dass unreducirtes Eisen auf bereits gekohltes im Gestell einwirkt (S. 19), oder die Beschickung zu reich an Schwefel, Phosphor oder Mangan (S. 21) ist. Geringe Mengen von Schwefel ist man im Stande bei höherer Temperatur von grauem Eisen vollständiger entfernt zu halten, als in niedrigerer Temperatur von weissem Eisen, auch sind dieselben beim späteren Verfrischen besser aus grauem Roheisen zu entfernen, als aus rasch frischendem weissen, so dass es zweckmässiger sein kann, aus nicht ganz reinen Erzen bei höherer Temperatur mit einem grösseren Aufwand an Brennmaterial ein langsamer frischendes, aber reineres graues Roheisen zu erzeugen, als mit weniger Brennmaterial ein unreineres weisses oder halbirtes Roheisen.

Zusammensetzung der grauen Eisensorten.

Gurlt betrachtet (S. 11) als das normale körnige graue Roheisen das Achtelcarburet im Gemenge mit Graphit, $Fe^8C + C$, welches durch Erhitzen des Spiegeleisens, Fe^4C, bis zu einer gewissen Temperatur über seinen Schmelzpunct und dann durch langsames Abkühlen entsteht ($2Fe^4C = Fe^8C + C$). Dasselbe sollen die Krystalle bilden, welche man zuweilen in Höhlungen von Gusswaaren, z. B. an den Wänden der verlornen Kanonenköpfe, findet. Nach Tunner (Bd. I. S. 764) sind dies aber wahrscheinlich Krystalle, welche dem reinen Eisen angehören, und eine Analyse derselben von Richter bestätigt dieses.

Reicht die Temperatur zur Bildung des Achtelcarburetes aus dem Viertelcarburet nicht hin, so findet eine weniger starke Ausscheidung von Graphit unter Bildung von Gemengen aus Viertel- und Achtelcarburet, wie sie in den halbirten Roheisensorten vorkommen, statt ($3Fe^4C = Fe^4C + Fe^8C + C$). Nähern sich diese Verbindungen bei lichterer Farbe dem Spiegeleisen, Fe^4C, so nennt man sie stark halbirt, wenn bei dunklerer Farbe mehr dem grauen Roheisen, $Fe^8C + C$, schwach halbirt. In solchen Fällen kommen graue bis schwarze Punctirungen auf weissem oder hellgrauem Grunde vor, welche bei schwach hal-

birtem Eisen grösser und wohl dunkler sind, als bei stark halbirtem [Schwedisches Kanoneneisen]. [1])

Die unter solchen Umständen bei Anwendung verschieden hoher Temperaturen entstandenen Roheisensorten betrachtet MAYRHOFER etwas abweichend von GURLT, wie folgt zusammengesetzt:

			chem. geb. C.
Halbirtes körniges Roheisen	$Fe^6 C + nC$	mit	3,45—3,62
Halbirtes strahliges „	$Fe^8 C + nC$	„	2,61—2,74
Körnig graues „	$Fe^{10} C + nC$	„	2,10—2,20
Schwarzgraues „	$Fe^{12} C + nC$	„	1,75—1,84

Beruhen gleich derartige Annahmen theilweise auf Hypothesen, so sind sie doch geeignet, eine wahrscheinlichere Vorstellung von der Entstehung der verschiedenen Roheisensorten zu geben, als man früher hatte.

Im Allgemeinen enthält weisses Roheisen in Summa immer etwas mehr Kohlenstoff, als ein ihm entsprechendes graues, welches bei demselben Abstich aus dem Herde des Ofens erfolgt ist, was seinen Grund darin hat, dass ein Theil des Graphits beim langsamen Abkühlen des grauen Eisens auf dessen Oberfläche geführt wird, während der Kohlenstoff beim weissen Eisen durch die ganze Masse gleichmässig vertheilt ist.

Die lichtgrauen oder halbirten feinkörnigen Varietäten aus reineren Eisensteinen, welche sich in niedrigeren Temperaturen bei kälterem Gange erzeugen, enthalten 1 bis 1½% chem. geb. Kohlenstoff, 1—2% Graphit, ½—1½% Silicium und nur Spuren von Schwefel, wenn weder die Farbe zu licht, noch der Glanz matt erscheint. Schwefel- oder phosphorhaltige Erze geben bei höherer Temperatur (bei gaarem bis heissgaarem Gang) ein Eisen von ähnlichem Ansehen, welches zuweilen kohlenstoffärmer ist, aber 1—3% Silicium und bis 2% und mehr Schwefel und Phosphor enthalten kann. Letzterer in grösserer Menge vorhanden, macht dasselbe spröde.

Das gewöhnliche graue körnige Roheisen, in

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 366.

etwas höherer Temperatur, als das lichtgraue bei Gaargang aus reinerer Beschickung erblasen, enthält 0,5—2½ % chemisch gebundenen Kohlenstoff und 2—3 % Graphit, ½ bis 2 % Silicium und nur geringe Mengen von Schwefel und Phosphor. Bei noch höherer Temperatur (heissgaarem Gange) aus schwefel- oder phosphorhaltiger Beschickung dargestellt, wird es bei nahe demselben Kohlenstoff- und Graphitgehalt reicher an Silicium (1—3 %), sowie an Schwefel und Phosphor. Unter sonst gleichen Umständen enthält es an Schwefel aber weniger, als das lichtgraue Eisen von derselben Beschickung.

Schwarzgraues Roheisen erzeugt sich aus reineren Beschickungen bei sehr hoher Temperatur, wo sich dann unter der Abkühlung Graphit (3 — 4 %) in beträchtlicher Menge ausscheidet, während 1—1½ % Kohlenstoff chemisch gebunden bleiben. Der Siliciumgehalt beträgt 1—2 %; steigt derselbe höher, so nimmt der Kohlenstoffgehalt ab [Schottisches Roheisen] [1]). Bei einem Schwefel- und Phosphorgehalt der Beschickung enthält das schwarzgraue Roheisen weniger davon, als ein aus gleicher Beschickung erblasenes graues Roheisen; ein grösserer Schwefel- und Phosphorgehalt wirkt der Aufnahme einer so bedeutenden Kohlenmenge entgegen. Die mehr oder weniger dunkle Farbe solchen Eisens rührt ausser vom Graphitgehalt von der Grösse und Anordnung der Graphitblättchen her.

Kommen weisses und graues Roheisen gemeinschaftlich, aber deutlich separirt an einem Stücke vor, so nennt man dieses Gebilde spangliges, streifiges Roheisen, Roheisen mit grauem Saum oder grauer Naht.

Eigenschaften des grauen Roheisens. Farbe.

Farbe lichtgrau bis dunkelschwarz; je dunkler, desto stärker der Glanz. Dunkles, glanzloses, mattes und hartes Eisen pflegt in Folge zu kieselerdearmer Beschickung reich an Erdbasen (Calcium, Magnesium, Aluminium) zu sein, während graues Roheisen mit lichter Farbe und schwachem Glanze (kurzes Eisen) wenig haltbare Gusswaaren und schlechtes Stabeisen in Folge eines Phosphor- oder Siliciumgehaltes gibt.

---

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 323.

Krystallformen, welche sich bei den verschieden
heisenarten darstellen, genau einer gewissen A
Theile im Innern — was man unter dem M
wahrt — und diese wieder einer bestimmten
d Zähigkeit, so dass, wie von SCHOTT [1]) zu
schehen, aus solchen mikroskopischen Beobacht
stigkeiten der aus verschiedenen Beschickun
nden Roheisensorten beurtheilt werden können.
Krystalle im Innern der Höhlungen des
Königshütte und Gleiwitz in Oberschlesien,
tte bei Zwickau, Finspang in Schweden), so
mig gestrickte Gebilde sind sehr strengflüssig und
hern sich in der Zusammensetzung nach TUNNE
m reinen Eisen.
Härte bei den reineren Eisensorten um so
grauer das Eisen ist; diese lassen sich bohren, f
gen und besitzen einige Geschmeidigkeit, daher
eichfloss. Unreinere, hellgraue, namentlich
d phosphorhaltige oder mit Erdbasen überlade
d gewöhnlich hart, aber bei hohem Siliciumgeha
rbe und weich (Königshütter Frischschlackenro
Absolute Festigkeit [2]) grösser, als bei wei
en und bei guten Sorten etwa 1/3, die respecti
gross, als die des Stabeisens, die rückwirker

Kohlenstoffgehaltes [1]) (die halbirten Eisensorten sind die festeten, die schwarzgrauen die am wenigsten festen), der Gehalt an fremden Substanzen (z. B. Phosphor, Silicium) — weshalb mit heisser Luft erblasenes, siliciumreicheres Roheisen weniger fest ist, als mit kalter Luft dargestelltes [2]), während, wie beim schwedischen Kanoneneisen, ein geringer Schwefelgehalt die Festigkeit erhöht, indem er das Eisen graphitärmer und dadurch beim Gusse dichter macht — und die Beschaffenheit der Beschickung [3]), insofern sie namentlich auf den Siliciumgehalt des Roheisens einwirkt. Bei richtiger Beschickung kann ein mit heisser Luft erblasenes Roheisen hinreichend siliciumarm ausfallen und dann eine grosse Festigkeit besitzen.

Spec. Gew.

Die Dichtigkeit (spec. Gew.) hängt von der Qualität und Quantität des Kohlenstoffs und der fremden Substanzen ab; das specifische Gewicht des grauen Roheisens = 7,1 ist geringer, als das des weissen = 7,6; Holzkohlenroheisen besitzt eine grössere Dichtigkeit, als Koksroheisen von gleicher Textur und Farbe, umgeschmolzenes grössere, als das nicht umgeschmolzene, und phosphorhaltiges graues Eisen die geringste Dichtigkeit. Ein geringer Schwefelgehalt scheint die Dichtigkeit zu erhöhen, desgleichen Druck (verlorner Kopf). Das graphitreiche schwarzgraue Roheisen ist wenig dicht, das halbirte am dichtesten.

Glühverhalten.

Durch Glühen (Adouciren, Tempern) wird graues Roheisen, wie weisses (S. 21), auch weicher, aber zugleich mürbe. Beim wiederholten Glühen nimmt es an Volumen bleibend zu (etwa $^1/_{24}$ der Länge), und zwar scheint nach Erman und Herter [4]) der Grad dieser Ausdehnung mit dem Gehalt an Graphit zu- und mit dem an chem. geb. Kohlenstoff abzunehmen. Man macht von diesem Verhalten Anwendung, um Gegenstände, welche beim Guss etwas zu klein ausfielen, z. B. Kanonenkugeln, durch wiederholtes Ausglühen auf das

---

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 264.
2) B. u. h. Ztg. 1856. S. 306; 1857. S. 365.
3) B. u. h. Ztg. 1856. S. 306.
4) B. u. h. Ztg. 1856. S. 152. — Bgwfd. XIX, 205.

chemisch gebundenen Kohlenstoffs als Graphit[1]) (Gaarschaum, Eisenschaum, Eisenfarbe, mechanisch gebundener Kohlenstoff) ab, welcher beim langsamen Erstarren des Eisens im Gemenge mit dem niedriger gekohlten weissen Eisen graues Roheisen bildet (S. 11). Je höher die Temperatur im Schmelzraume, welcher das flüssige Roheisen ausgesetzt wird, um so reichlicher ist die Auscheidung von Graphit und um so dunklere Roheisensorten erfolgen; je mehr sich dieselbe dem Schmelzpunct des Roheisens nähert, um so graphitärmer und lichter fallen sie aus (halbirtes Eisen). Erhält man solches graphitisches graues Roheisen nach dem Einschmelzen längere Zeit in flüssigem Zustande bei einer den Schmelzpunct des grauen Roheisens nicht viel übersteigenden Temperatur von 1700 — 1750° C., so findet unter allmäligem Auflösen des Graphits eine Rückbildung statt, wie sie auch beim Frischen des grauen Roheisens eintritt. Der Graphit hat einen wesentlichen Einfluss auf den Molekularstand und die Textur des Roheisens, namentlich in Betreff seiner Form und der Art seiner Vertheilung in der Masse, in Folge dessen die chemische Zusammensetzung der grauen Roheisenarten nicht immer ihren physikalischen Eigen-

Schmelztemperatur statt grauen weisses Roheisen, so ist der Grund davon entweder eine plötzlich eingetretene Temperaturerniedrigung, in Folge dessen das graue Eisen abgeschreckt wird (S. 20), oder dass unreducirtes Eisen auf bereits gekohltes im Gestell einwirkt (S. 19), oder die Beschickung zu reich an Schwefel, Phosphor oder Mangan (S. 21) ist. Geringe Mengen von Schwefel ist man im Stande bei höherer Temperatur von grauem Eisen vollständiger entfernt zu halten, als in niedrigerer Temperatur von weissem Eisen, auch sind dieselben beim späteren Verfrischen besser aus grauem Roheisen zu entfernen, als aus rasch frischendem weissen, so dass es zweckmässiger sein kann, aus nicht ganz reinen Erzen bei höherer Temperatur mit einem grösseren Aufwand an Brennmaterial ein langsamer frischendes, aber reineres graues Roheisen zu erzeugen, als mit weniger Brennmaterial ein unreineres weisses oder halbirtes Roheisen.

Zusammensetzung des grauen Eisensorten.

GURLT betrachtet (S. 11) als das normale körnige graue Roheisen das Achtelcarburet im Gemenge mit Graphit, $Fe^8C + C$, welches durch Erhitzen des Spiegeleisens, Fe^4C, bis zu einer gewissen Temperatur über seinen Schmelzpunct und dann durch langsames Abkühlen entsteht ($2Fe^4C = Fe^8C + C$). Dasselbe sollen die Krystalle bilden, welche man zuweilen in Höhlungen von Gusswaaren, z. B. an den Wänden der verlornen Kanonenköpfe, findet. Nach TUNNER (Bd. I. S. 764) sind dies aber wahrscheinlich Krystalle, welche dem reinen Eisen angehören, und eine Analyse derselben von RICHTER bestätigt dieses.

Reicht die Temperatur zur Bildung des Achtelcarburetes aus dem Viertelcarburet nicht hin, so findet eine weniger starke Ausscheidung von Graphit unter Bildung von Gemengen aus Viertel- und Achtelcarburet, wie sie in den halbirten Roheisensorten vorkommen, statt ($3Fe^4C = Fe^4C + Fe^8C + C$). Nähern sich diese Verbindungen bei lichterer Farbe dem Spiegeleisen, Fe^4C, so nennt man sie stark halbirt, wenn bei dunklerer Farbe mehr dem grauen Roheisen, $Fe^8C + C$, schwach halbirt. In solchen Fällen kommen graue bis schwarze Punctirungen auf weissem oder hellgrauem Grunde vor, welche bei schwach hal-

birtem Eisen grösser und wohl dunkler sind, als bei stark halbirtem [Schwedisches Kanoneneisen]. [1])

Die unter solchen Umständen bei Anwendung verschieden hoher Temperaturen entstandenen Roheisensorten betrachtet Mayrhofer etwas abweichend von Gurlt, wie folgt zusammengesetzt:

			chem. geb. C.
Halbirtes körniges Roheisen	$Fe^6C + nC$	mit	3,45—3,62
Halbirtes strahliges "	$Fe^8C + nC$	"	2,61—2,74
Körnig graues "	$Fe^{10}C + nC$	"	2,10—2,20
Schwarzgraues "	$Fe^{12}C + nC$	"	1,75—1,84

Beruhen gleich derartige Annahmen theilweise auf Hypothesen, so sind sie doch geeignet, eine wahrscheinlichere Vorstellung von der Entstehung der verschiedenen Roheisensorten zu geben, als man früher hatte.

Im Allgemeinen enthält weisses Roheisen in Summa immer etwas mehr Kohlenstoff, als ein ihm entsprechendes graues, welches bei demselben Abstich aus dem Herde des Ofens erfolgt ist, was seinen Grund darin hat, dass ein Theil des Graphits beim langsamen Abkühlen des grauen Eisens auf dessen Oberfläche geführt wird, während der Kohlenstoff beim weissen Eisen durch die ganze Masse gleichmässig

etwas höherer Temperatur, als das lichtgraue bei Gaargang aus reinerer Beschickung erblasen, enthält 0,5—2½ % chemisch gebundenen Kohlenstoff und 2—3 % Graphit, ½ bis 2 % Silicium und nur geringe Mengen von Schwefel und Phosphor. Bei noch höherer Temperatur (heissgaarem Gange) aus schwefel- oder phosphorhaltiger Beschickung dargestellt, wird es bei nahe demselben Kohlenstoff- und Graphitgehalt reicher an Silicium (1—3 %), sowie an Schwefel und Phosphor. Unter sonst gleichen Umständen enthält es an Schwefel aber weniger, als das lichtgraue Eisen von derselben Beschickung.

Schwarzgraues Roheisen erzeugt sich aus reineren Beschickungen bei sehr hoher Temperatur, wo sich dann unter der Abkühlung Graphit (3—4 %) in beträchtlicher Menge ausscheidet, während 1—1½ % Kohlenstoff chemisch gebunden bleiben. Der Siliciumgehalt beträgt 1—2 %; steigt derselbe höher, so nimmt der Kohlenstoffgehalt ab [Schottisches Roheisen] [1]). Bei einem Schwefel- und Phosphorgehalt der Beschickung enthält das schwarzgraue Roheisen weniger davon, als ein aus gleicher Beschickung erblasenes graues Roheisen; ein grösserer Schwefel- und Phosphorgehalt wirkt der Aufnahme einer so bedeutenden Kohlenmenge entgegen. Die mehr oder weniger dunkle Farbe solchen Eisens rührt ausser vom Graphitgehalt von der Grösse und Anordnung der Graphitblättchen her.

Kommen weisses und graues Roheisen gemeinschaftlich, aber deutlich separirt an einem Stücke vor, so nennt man dieses Gebilde spangliges, streifiges Roheisen, Roheisen mit grauem Saum oder grauer Naht.

Eigenschaften des grauen Roheisens. Farbe.

Farbe lichtgrau bis dunkelschwarz; je dunkler, desto stärker der Glanz. Dunkles, glanzloses, mattes und hartes Eisen pflegt in Folge zu kieselerdearmer Beschickung reich an Erdbasen (Calcium, Magnesium, Aluminium) zu sein, während graues Roheisen mit lichter Farbe und schwachem Glanze (kurzes Eisen) wenig haltbare Gusswaaren und schlechtes Stabeisen in Folge eines Phosphor- oder Siliciumgehaltes gibt.

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 323.

Textur.

Textur vieleckig körnig bis dicht; am grobkörnigst sind die dunkelgrauen, am feinkörnigsten die lichten Va täten; bei grossem Uebermaass an Graphit zeigt sich ein s grobes unregelmässiges Korn. Je zackiger der Bruch u je dunkler und glänzender, um so besser ist das Roheis geringer Glanz neben aschgrauer Farbe und schuppiger T tur deutet auf ein schlechteres Product. Lässt man die Ob fläche des Roheisens künstlich krystallisiren, so entsprec die Krystallformen, welche sich bei den verschiedenen gra Roheisenarten darstellen, genau einer gewissen Anordn der Theile im Innern — was man unter dem Mikrosk gewahrt — und diese wieder einer bestimmten Festigl und Zähigkeit, so dass, wie von SCHOTT [1]) zu Ilsenb geschehen, aus solchen mikroskopischen Beobachtungen Festigkeiten der aus verschiedenen Beschickungen e genden Roheisensorten beurtheilt werden können.

Krystalle im Innern der Höhlungen des Roheis (Königshütte und Gleiwitz in Oberschlesien, Mari hütte bei Zwickau, Finspang in Schweden), sowie ba förmig gestrickte Gebilde sind sehr strengflüssig und hart nähern sich in der Zusammensetzung nach TUNNER (S.



Kohlenstoffgehaltes[1]) (die halbirten Eisensorten sind die festeten, die schwarzgrauen die am wenigsten festen), der Gehalt an fremden Substanzen (z. B. Phosphor, Silicium) — weshalb mit heisser Luft erblasenes, siliciumreicheres Roheisen weniger fest ist, als mit kalter Luft dargestelltes[2]), während, wie beim schwedischen Kanoneneisen, ein geringer Schwefelgehalt die Festigkeit erhöht, indem er das Eisen graphitärmer und dadurch beim Gusse dichter macht — und die Beschaffenheit der Beschickung[3]), insofern sie namentlich auf den Siliciumgehalt des Roheisens einwirkt. Bei richtiger Beschickung kann ein mit heisser Luft erblasenes Roheisen hinreichend siliciumarm ausfallen und dann eine grosse Festigkeit besitzen.

Spec. Gew.

Die Dichtigkeit (spec. Gew.) hängt von der Qualität und Quantität des Kohlenstoffs und der fremden Substanzen ab; das specifische Gewicht des grauen Roheisens = 7,1 ist geringer, als das des weissen = 7,6; Holzkohlenroheisen besitzt eine grössere Dichtigkeit, als Koksroheisen von gleicher Textur und Farbe, umgeschmolzenes grössere, als das nicht umgeschmolzene, und phosphorhaltiges graues Eisen die geringste Dichtigkeit. Ein geringer Schwefelgehalt scheint die Dichtigkeit zu erhöhen, desgleichen Druck (verlorner Kopf). Das graphitreiche schwarzgraue Roheisen ist wenig dicht, das halbirte am dichtesten.

Glühverhalten.

Durch Glühen (Adouciren, Tempern) wird graues Roheisen, wie weisses (S. 21), auch weicher, aber zugleich mürbe. Beim wiederholten Glühen nimmt es an Volumen bleibend zu (etwa $\frac{1}{24}$ der Länge), und zwar scheint nach Erman und Herter[4]) der Grad dieser Ausdehnung mit dem Gehalt an Graphit zu- und mit dem an chem. geb. Kohlenstoff abzunehmen. Man macht von diesem Verhalten Anwendung, um Gegenstände, welche beim Guss etwas zu klein ausfielen, z. B. Kanonenkugeln, durch wiederholtes Ausglühen auf das

---

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 264.
2) B. u. h. Ztg. 1856. S. 306; 1857. S. 365.
3) B. u. h. Ztg. 1856. S. 306.
4) B. u. h. Ztg. 1856. S. 152. — Bgwfd. XIX, 205.

erforderliche Volumen zu bringen.[1]) Das durch Abschrecken grauen Eisens weissgemachte Roheisen (S. 20) wird beim Tempern weich und eisengrau und gleicht dem lichten körnigen grauen Roheisen.[2])

Schmelzverhalten.

Die Schmelztemperatur der grauen Roheisensorten liegt gewöhnlich zwischen 16—1700° C. Bevor dieselbe erreicht wird, nimmt das graue Roheisen ganz kurze Zeit einen für die Schweissbarkeit erforderlichen Zustand an, der zuweilen zur Ausbesserung von Fehlstellen in Gusswaaren benutzt wird[3]), wird dann aber sofort vollkommen flüssig (hitzig).

Das halbirte Eisen zeigt im Fluss eine silberweisse Farbe, hierauf, wenn es recht hitzig, Farbenspiel mit mehr oder weniger deutlichen, oft bis zum Erstarren kommenden und verschwindenden Figuren, dann mehr oder weniger grosse dunkle Puncte auf der Oberfläche (Probe der Förmer), fliesst sehr dünn, füllt also die Formen gut aus, gibt beim langsamen Erstarren oberflächlich ebene, feste, dichte Güsse bei feinkörnigem, mehr oder weniger gleichmässigem Gefüge und lichter Farbe und bleibt noch hinreichend weich, um auf mechanischem Wege weiter bearbeitet zu werden. — Das gaare Eisen ist im Flusse je nach der Hitzigkeit milch- bis silberweiss und um so dickflüssiger, je gaarer, graphitreicher es wird. Dasselbe erstarrt ohne Probe zu zeigen oder bei schwacher Probe unter langsamer Abkühlung mit gleichmässig ebener Oberfläche, scheidet auf derselben zuweilen Gaarschaum ab und zeigt bei grauer Farbe auf dem Bruche ein gröberes, stärker glänzendes Korn und ist weicher, als das halbirte Eisen. Die dickflüssigen, dunkel- bis schwarzgrauen Sorten erstarren meist mit parallele Runzeln werfender Oberfläche und die Kanten der Stücke stehen in der Regel höher, als die Mittelfläche; sie sind auf dem Bruche dunkelgrau, ungleichmässig grobkörnig und stark

---

1) Mitth. des Hannov. Gew.-Ver. 1853. Hft. 4. — Dingl. XXXIII, 76. — Oester. Ztschr. 1855. S. 211. — B. u. h. Ztg. 1855. S. 57, 189.
2) Jullien, Eisenhüttenkunde, deutsch von Hartmann. 1861. S. 14.
3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 248.

glänzend, wobei einzelne stark glänzende Körner hervortreten. Vom Verhalten dieser Roheisensorten beim Abschrecken war S. 20 die Rede; es nimmt dabei die Dichtigkeit derselben ab. — Nähert sich das halbirte Eisen dem weissen (stark halbirtes Eisen), so geht die weisse Farbe im Fluss in eine röthliche über, dasselbe wird matter und dickflüssiger, die Puncte auf der Oberfläche werden vor dem Erstarren grösser (starke Probe) und gehen bei dickgrellem Eisen in Blasen (Wanzen) über; oft scheiden sich sogar grössere Blätter von Kieseleisen und Eisenoxydaten ab und die Oberfläche des erstarrten Eisens erscheint, bei hellgrauem bis weisslichem und feinkörnigem Bruch ohne Glanz, convex.

Das Farbenspiel und die Puncte (Probe) auf der Oberfläche des flüssigen Roheisens werden durch Ausscheidungen (S. 16. Bd. I. S. 767) fremdartiger Körper hervorgebracht, welche, theilweise oxydirt, dadurch anfangs Beweglichkeit erhalten, dass die oberflächlich abgekühlten Roheisenschichten sich zu Boden senken und aufsteigenden heisseren Platz machen, dann aber sich als mehr oder weniger grosse Puncte und Blasen darstellen, sobald das Eisen zu erstarren beginnt. Je stärker die Abscheidungen, um so unreiner entweder oder um so spitzer, in beiden Fällen aber um so untauglicher zum Gusse pflegt das Eisen zu sein, welches, wenn sie bis zu einem gewissen Grade zunehmen, in Folge dieser Beimengungen (wenn nicht in Folge eines rohen oder spitzen Ofenganges) weiss wird. Besonders zeigt schwefelhaltiges Roheisen ein sehr schönes Farbenspiel (Altenauer Eisenhütte im Oberharz) und es scheint die Figurenzeichnung im innigen Zusammenhange mit der Natur des Roheisens zu stehen, so dass man, wie von SCHOTT[1]) in Ilsenburg und anderen erfahrenen Hüttenleuten geschieht, aus der Gestalt der Figuren Schlüsse auf die Beschaffenheit des Roheisens macht, die selten trügen.

Schwinden des Eisens.

Nach dem Erkalten nimmt das Roheisen einen kleineren Raum ein, als im flüssigen Zustande, es schwindet,

1) Bgwfd. VI. 241. — B. u. h. Ztg. 1863.

und zwar in der Art, dass es beim anfangenden Erstarren sich erst ausdehnt und die Form scharf ausfüllt, nach dem Festwerden sich aber zusammenzieht. Andere Metalle, welche schon vor dem Eintreten der völligen Erstarrung schwinden, füllen die Formen weniger gut aus, als das Eisen. Graues Eisen schwindet etwa um $1\frac{1}{2}$ %, weisses Eisen $2-2\frac{1}{2}$ % seiner Längendimension; dickgrelles Eisen dehnt sich, statt zu schwinden, aus. Bei Anfertigung von Giessereimodellen muss man auf das vorher zu ermittelnde Schwindmaass [1]) des Eisens Rücksicht nehmen und dieselben entsprechend grösser machen. Auf den Oberharzer Hütten rechnet man z. B. für graues und halbirtes Roheisen auf 1 Fuss $\frac{1}{8}$ Zoll Schwindung und, da stark halbirtes Eisen etwas mehr schwindet, als graues, so gibt man bei langen Gussstücken noch ein Extraschwindmaass von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll auf 12 Fuss. Damit die gegossenen Gegenstände in Folge des Zusammenziehens beim Erkalten nicht reissen, müssen sie — namentlich an dickeren und dünneren Stellen — gleichmässig abgekühlt werden. Zuweilen zerspringen grössere Gussstücke (Geschützrohre, Maschinentheile) plötzlich ohne scheinbare Veranlassung, oft mit Detonation (das Sprechen des Eisens), wenn sie schon längere Zeit im Gebrauche waren oder sich in Ruhe befanden, vielleicht in Folge einer zu raschen oder ungleichmässigen Abkühlung nach dem Giessen, wodurch Spannung in ihnen bewirkt ist.

Oxydation. Löslichkeit in Säuren. Das graue Roheisen oxydirt sich leichter als weisses und wird von Säuren leichter angegriffen; die Löslichkeit in Säuren steht im umgekehrten Verhältnisse zu dem Kohlenstoffgehalt. Verdünnte Salz- und Schwefelsäure greifen in der Kälte Spiegeleisen fast gar nicht und graues Roheisen nur langsam an, während verdünnte Salpetersäure etwas kräftiger wirkt; bei Siedhitze wirken die verdünnten Säuren heftig ein. Concentrirte Salz- und Schwefelsäure vollenden die Lösung, besonders in der Hitze, in kürzerer

---

1) Bgwfd. XII, 447. — Dingl. Bd. 132. S. 392. — B. u. h. Ztg. 1854. S. 101. — Mittheil. d. Hannov. Gew. Ver. 1853. Hft. 4; 1854. Hft. 1.

Zeit, während concentrirte Salpetersäure kaum auf weisses Roheisen, aber völlig zerlegend auf graues Eisen einwirkt. — Wendet man verdünnte Schwefel- oder Salzsäure an, so entwickelt sich Wasserstoffgas, welches sich mit einem Theil des chemisch gebundenen Kohlenstoffs, des Schwefels, Phosphors etc. verbindet und dadurch einen eigenthümlichen Geruch erhält. Nach den neuesten Untersuchungen von HAHN erzeugen sich beim Auflösen des Eisens mehrere gasförmige und flüssige Kohlenwasserstoffverbindungen von bestimmter Zusammensetzung, (namentlich C^{2n} H^{2n}). Im Rückstande bleibt dann neben einem Theil des chemisch gebundenen Kohlenstoffs aller Graphit, sowie verschiedene Verbindungen von im Roheisen vorkommenden Verunreinigungen zurück.

Verhalten des in Säuren unlöslichen Rückstandes.

Nach den älteren [1]) und neueren [2]) Untersuchungen von SCHAFHÄUTL geben die beim Behandeln von weissen und grauen Roheisensorten mit Salzsäure bleibenden Rückstände über die Natur der Roheisensorten mehr Aufschluss, als deren physikalische Eigenschaften.

Beim Auflösen von weissem Roheisen bleibt ein brauner Rückstand, wohl Moder genannt, zurück, eine bestimmte chemische Verbindung von Eisen, Silicium, Kohlenstoff, Wasserstoff und zuweilen Stickstoff, welche unter dem Mikroskop glänzende Schüppchen zeigt, von kochendem Aetzkali wenig verändert wird und nur etwas Kieselerde an dasselbe abgibt. Nur durch längeres Behandeln mit Salzsäure lässt sich Kohlenstoff als Kohlenwasserstoff abscheiden und nur durch wiederholtes Glühen und Extrahiren mit Salzsäure Eisen unter Bildung von Kieselsäure ausziehen, zum Beweise, dass der Rückstand eine innige Verbindung von Kohlenkiesel und Kieseleisen enthält. Weder mit Aetzkali noch mit Aetzammoniak entwickelt der Rückstand Wasserstoffgas. Ist alles Lösliche entfernt, so bleibt zuweilen eine geringe Menge Graphit zurück. — Ganz anders verhält sich

1) ERDM., J. f. pr. Chem. XIX, 159; XX, 465; XXI, 129.
2) ERDM., J. f. pr. Chem. LXVII, 257. — DINGL., CLIII, 349. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 38.

der Rückstand von grauem Roheisen; derselbe ist grau, entwickelt, mit den genannten Reagentien behandelt, Wasserstoffgas, zeigt unter dem Mikroskope ein Gemenge von Graphit mit gelatinöser Kieselerde und Siliciumoxyd, aus welchem sich unter Zurücklassung des ersteren letztere vollständig durch Aetzkali ausziehen lassen.

Daraus, dass beim Auflösen des grauen Roheisens alle Kieselsäure frei von Kohlenstoff und Eisen sich im Rückstande findet, lässt sich schliessen, dass das Silicium direct mit dem Eisen in Verbindung gewesen ist. Als Ursache der Wasserstoffgasentwicklung, welche ein entscheidendes Merkmal für weisses und graues Roheisen ist, nimmt Schafhäutl das in dem Rückstande von grauem Roheisen stets nachzuweisende Aluminium an; dieselbe rührt aber wahrscheinlich von dem anwesenden Siliciumoxyd her [1]), welches sich nach Wöhler beim Auflösen von Roheisen in Salzsäure stets bildet.

Alle Säuren, ausser Königswasser, entwickeln nach Calvert [2]) beim Auflösen von grauem Roheisen Siliciumwasserstoff (?), was sonst nur beim Auflösen von Kieselaluminium beobachtet ist. Welchen Antheil die sonst noch im Roheisen enthaltenen Metalle und Metalloide bei der Zersetzung desselben durch Säuren nehmen und welche Rolle sie spielen, ist noch näher auszumitteln. Calvert hat den graphitartigen kohligen Rückstand (a), welcher bei 2jähriger Einwirkung von Essigsäure auf einen Roheisenwürfel (b) stattfand, zusammengesetzt gefunden aus:

	C	N	Si	Fe	S	P	Verl.
a.	11,020	2,590	6,070	79,960	0,096	0,059	0,205
b.	2,900	0,790	0,478	95,413	0,179	0,132	0,108.

Nach Schafhäutl hat der Graphit als solcher nicht im Roheisen bestanden, sondern ist ein Ausscheidungsproduct, ähnlich wie der Moder vom weissen Roheisen, und enthält Kohlenstoffsilicium, wie auch Wehrle meint, während nach Karsten Graphit auch als ganz reiner Kohlenstoff vorkommt. (Bd. I. S. 799.)

1) Ann. d. Chem. u. Pharm. LIV, 374.

2) Berg- u. hüttenm. Ztg. 1862. S. 255. — Polyt. Centralbl. 1861. S. 1071.

STRUVE[1]) hat die Rückstände von phosphorhaltigen Roheisensorten untersucht und dabei gefunden, dass der Phosphor im Roheisen in verschiedenen Verbindungen vorkommt.

Anwendung des grauen Roheisens.

Die Dünnflüssigkeit, die Ausdehnung vor dem Erstarren und die Weichheit nach demselben machen das graue Eisen besonders geeignet zum Giessereibetriebe. Die aus reinen Erzen dargestellten halbirten Sorten geben die festesten, dichtesten, schärfsten Güsse wegen fehlender deutlicher Graphitausscheidung. Kommt es auf besondere Weichheit der Güsse an, oder müssen unreinere oder strengflüssige Eisensteine verwandt werden, so erzeugt man bei höherer Temperatur ein reineres gaares graues Roheisen und verwendet dieses entweder direct zur Giesserei, oder man schmilzt es zur Verringerung seines Graphitgehaltes zuvor im Cupolo- oder Flammofen um. Dies muss stets mit den schwarzgrauen dickflüssigen und auch den siliciumreichen Sorten geschehen.

Zur Stabeisen- und Stahlfabrikation sind die grauen Roheisensorten im Allgemeinen weniger geeignet, weil sie in Folge der schweren Verbrennlichkeit des Graphits und des dünnen Einschmelzens längere Zeit zum Frischen bedürfen, auch ihr grösserer Siliciumgehalt den Eisenverlust durch Verschlackung erhöht. Unter Umständen kann jedoch die Anwendung von grauem Eisen zum Frischen geboten sein, z. B. wenn ein und derselbe Hohofen Giesserei und Frischerei gleichzeitig versorgen muss, wenn unreinere oder schwer reducirbare reinere Erze, z. B. Magneteisensteine, eine höhere Schmelztemperatur verlangen, um aus ersteren überhaupt ein für das Frischen noch geeignetes graues Roheisen zu erzielen, während ein daraus erzeugtes weisses Eisen zu unrein sein würde.

Um solche schwer frischenden, graphitischen Roheisensorten zum Frischen geeigneter zu machen, werden sie wohl durch Giessen in eiserne Formen (Coquillen) abgeschreckt (S. 20) oder zuvor noch durch kräftige Oxydationsprozesse (Feinen, Vorfrischen) von Unreinigkeiten (Silicium, Schwefel, Phosphor etc.) theilweise gereinigt.

---

1) ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 79. S. 321. — Polyt. Centralbl. 1860. S. 891.

Aus einem unreineren grauen Roheisen lassen sich bei der längern Dauer des Frischprozesses, allerdings bei mehr Brennstoffaufwand und grösserem Abgang, die fremden Bestandtheile vollständiger abscheiden, als aus einem gleich unreinen weissen, schneller frischenden Roheisen, dagegen kann ein unreines graues Eisen für die Giesserei noch völlig geeignet sein, aber nicht mehr zum Frischen, indem es für ersteren Zweck weniger auf dessen chemische Zusammensetzung, als auf seine Festigkeit und Weichheit ankommt, während bei einem Frischroheisen die Reinheit Hauptsache ist und weniger Textur, Härte und Farbe von Belang sind.

Man pflegt auf grösseren Eisenwerken (England, Schottland, Belgien, Westphalen etc.) die grauen Roheisensorten nach ihrem Graphitgehalt und davon abhängig nach dem Grade ihrer Brauchbarkeit zum Umschmelzen behuf der Giesserei *(fonte de moulage)* oder zur Stabeisenfabrikation *(fonte d'affinage)* mit Nummern zu bezeichnen, und zwar hat man in England und Belgien 4 Nummern der grauen und 2 der halbirten Sorten. Nr. 1 ist in der Regel das graueste, zum Umschmelzen am meisten geeignete Roheisen. Dieser Massstab — der Graphitgehalt — ist eigentlich aber nur für die grauen Roheisensorten entscheidend, da die Qualität des weissen Frischroheisens mehr von dem Gehalt an Schwefel, Phosphor, Silicium etc. abhängt. Es ziehen deshalb die Consumenten, da weisses Roheisen auch das Product eines schlechten Ofenganges (S. 19) sein kann, häufig das graue Eisen auch zum Frischen vor, weil zur Erzeugung desselben stets ein geregelter, guter Hohofenbetrieb erforderlich ist.

Analysen von grauem Roheisen.

Die in Bd. I. S. 772 mitgetheilten Roheisenanalysen mögen durch die nachfolgenden noch vervollständigt werden:

	Fe	Graph.	C	S	P	Si	Mn	Ca	Ni, Co	Zn	As
1.	93,681	3,768	0,532	0,151	Spr.	0,432	1,426	—	—	—	—
2.	90,210	2,792	0,790	0,046	0,541	3,116	1,953	0,258	—	—	—
3.	94,58	2,95		Spr.	0,71	1,16	0,69	—	—	—	—
4.	94,31	3,05	0,50	0,05	0,14	1,97	—	—	—	—	—
5.	94,867	3,026	0,483	0,019	0,050	1,040	Spr.	—	—	—	—
6.		—	—	0,0154	0,010	1,760	—	—	—	—	—
7.		—	—	0,0267	0,014	3,613	—	—	—	—	—

	Fe	Graph.	C	S	P	Si	Mn	Ca	Ni, Co	Zn	As
8.	—	—	—	0,037	0,012	3,727	—	—	—	—	—
9.	—	2,20	—	0,016	0,34	2,37	0,302	—	0,003	0,025	0,030
10.	—	2,300	0,700	0,068	0,210	2,880	—	—	—	—	—
11.	—	2,700	0,400	0,068	—	1,300	—	—	—	—	—
12.	—	4,40	Spr.	0,08	0,10	2,68	—	—	—	—	—
13.	—	1,75	0,84	0,07	0,07	2,37	—	—	—	—	—
14.	—	1,65		0,05	—	8,00	—	—	—	—	—
15.	—	1,00		0,03	—	13,00	—	—	—	—	—
16.	—	2,13		0,109	0,46	1,50	1,31	—	—	—	—

1) Von Ilsenburg nach KUETZING, gaar. 2) Gewöhnliches graues Koksroheisen von Königshütte in Oberschlesien nach GRUNDMANN. (B. u. h. Ztg. 1861. S. 357.) 3) Engl. Gusseisen von einer geplatzten Kanone, schön grau mit ausgebildeten Blättern. (WAGNER's Jahresbericht 1860. S. 35.) 4) Von Veckerhagen nach W. BÜCHLING. 5) Von Zorge am Harze nach W. TIEMANN. 6) Von Rothehütte am Harz nach STRENG. 7) Von Königshütte am Harze, ordinäres Roheisen nach STRENG. 8) Ebend., Seileisenroheisen. 9) Königshütter Roheisen am Harze nach STRENG. 10—15) Schottische Roheisensorten, die letzten beiden aus sehr kieseligen Erzen erblasen. 16) Von Zorge nach SCHILLING.

Einfluss fremder Beimengungen auf das Roheisen.

Wie bereits mehrfach bemerkt, üben gewisse, im Roheisen vorkommende metallische und nichtmetallische Stoffe entweder für sich oder in Verbindung mit einander bald einen günstigen, bald einen ungünstigen Einfluss bei seiner Verwendung zur Giesserei und Frischerei aus, der sich nicht immer aus den äusseren Eigenschaften erkennen lässt. Erfahrung und die chemische Analyse müssen dabei zu Hülfe kommen.

Solche influirenden Substanzen, welche aus den Erzen, Zuschlägen oder Brennmaterialien in das Roheisen gelangen können, sind hauptsächlich folgende:

Entstehung des Siliciums.

1) Silicium fehlt in fast keinem Roheisen, indem dasselbe aus der Kieselerde der Beschickung oder der Asche des Brennstoffs um so mehr durch Kohle und namentlich Eisen hauptsächlich im Gestell des Ofens reducirt wird, je saurer die Beschickung, je inniger die Kieselerde den Erzen beigemengt und je höher die Temperatur ist. Wenn auf manchen Hütten, z. B. einigen Oberharzer Hütten, beobachtet ist, dass mit dem Kieselsäuregehalt der Beschickung der Si-

liciumgehalt im Roheisen nicht zunimmt, so scheint, wie auch ABEL ausgesprochen hat, dies Verhalten bei Mangel an Thonerde einzutreten, welcher eine stärkere Reduction von Silicium zur Folge hat. Die Beschickungen auf einigen Oberharzer Hütten sind in neuerer Zeit kalkreicher und thonerdeärmer geworden und es hat der Siliciumgehalt im Roheisen gegen früher zugenommen. Die weissen Roheisensorten enthalten selten über ½ %, die grauen bis 3 % Silicium und mehr. Kohle und Silicium[1]) scheinen sich in dem Roheisen zu ersetzen, so dass graues Roheisen mit höherem Kohlenstoffgehalt siliciumärmer ist, als solches mit niedrigem Kohlenstoffgehalt, beide zusammen aber je nach der Ofentemperatur und sonstigen Umständen 4—8 % und mehr betragen können (schottische Roheisensorten).[2]) Solche kohlen- und siliciumreichen Eisensorten entstehen besonders bei Anwendung von stark erhitzter Gebläseluft und Koks oder Anthracit, also bei sehr hoher Temperatur, und sie werden um so siliciumreicher, je saurer die Beschickung.[3]) Nach ABEL[4]) scheint sich, wie angegeben, das Silicium leichter zu reduciren, wenn die Menge der in dem Erze oder dem Zuschlage enthaltenen Thonerde zur Neutralisation der Kieselsäure nicht ausreicht; dann hat weniger die chemische Beschaffenheit der Erze, als das angewandte Schmelzverfahren Einfluss auf den Siliciumgehalt des Roheisens. Unter sonst gleichen Umständen pflegt Koksroheisen reicher an Silicium zu sein, als Holzkohlenroheisen, bei heissem Winde erblasenes reicher, um ⅓—½ %, als bei kalter Luft dargestelltes.

Ein zur Lerbacher Eisenhütte im Harze mit Koks und verhältnissmässig schwach gepresster erhitzter Gebläseluft versuchsweise dargestelltes graues mürbes Roheisen enthielt 5,5 %, ein solches vom Probeschmelzen mit sehr strengflüssiger Beschickung zu Vorwärtshütte in Niederschlesien 7 % Silicium, schottische Roheisensorten (S. 37) bei bis auf 1 % verminderten Kohlenstoffgehalt bis 13 % Silicium.

1) Ueber Kieselmetalle siehe STÖLZEL's Metallurgie. 1863. I, 26.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 323.
3) B. u. h. Ztg. 1856. S. 306.
4) WAGNER's Jahresber. 1860. S. 37. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 296.

Beim Auflösen des Lerbacher Eisens in Salzsäure schied sich gallertartige Kieselsäure in reichlicher Menge aus. Dieser hohe Siliciumgehalt scheint zu Lerbach durch die anhaltende reducirende Wirkung in Folge des sehr langsamen Niedergehens der Gichten und Mangel an Thonerde veranlasst zu sein. Das Vorhandensein von nicht völlig gekohltem Eisen begünstigt die Aufnahme des Siliciums im Gestell, weshalb das bei Rohgange in Folge nicht völlig reducirten Eisenoxyds erhaltene kohlenstoffärmere Roheisen besonders siliciumhaltig zu sein pflegt (S. 19). Kommt höchst gekohltes Eisen im Ofengestell mit Kieselsäure in Berührung, so wird je nach der herrschenden Temperatur mehr oder weniger von letzterer sowohl durch den Kohlenstoff, als namentlich das Eisen des flüssigen Roheisens reducirt, das gebildete Kieseleisen geht in die Verbindung des an Kohlenstoff ärmer gewordenen Eisens ein und begünstigt dann noch beim Erkalten des Roheisens die Abscheidung von Graphit (S. 12).

Das flüssige siliciumhaltige Eisen kann bei hinreichender Temperatur noch beträchtliche Mengen Kohlenstoff aufnehmen, die Graphitausscheidung wird dann aber bei der Abkühlung um so grösser. Nach MAYRHOFER [1]) sollen 6 Atome Kohle durch 1 Atom Silicium vertreten werden. Ist die im Herde des Eisenhohofens als Decke für das Roheisen dienende Schlacke in zu reichlicher Menge vorhanden und namentlich sauer, so theilt letztere dem Roheisen etwas Silicium mit und entzieht ihm dafür Kohle. Man muss deshalb bei erforderlicher reichlicher Schlackenmasse immer basischer beschicken, als bei weniger Schlacke.

Verbindungszustand des Siliciums.

Nach den Untersuchungen von SCHAFHÄUTL (S. 31) scheint das Silicium im Roheisen als Kohlenstoffsilicium, Kohlenstickstoff- und Stickstoffsilicium, Siliciumeisen und Schwefelsilicium vorhanden zu sein und auf das Verhalten des Roheisens einen verschiedenen Einfluss auszuüben, je nach einem der obigen Verbindungszustände. Auch in dem ausgeschiedenen Graphit finden sich derartige Verbindungen. Der häufig vorkommende Siliciumgehalt in

1) Leoben. Jahrb. 1861. X, 346.

Eisensauen[1] (Bd. I. S. 802) der Kupferöfen deutet auch auf die Verwandtschaft des Siliciums zum Eisen.

Nach SCHAFHÄUTL existirt auch Silicium in elementarer Gestalt, vielleicht mit etwas Kohle und Schwefel verbunden im Roheisen, und kann sich im bereits gefrischten und gewalzten Eisen noch einige Zeit erhalten, bis es unter Feuererscheinung zu Kieselsäure verbrennt. Neuerdings hat RICHTER[2] auf einer Krainer Eisenhütte im Roheisen krystallisirtes Silicium gefunden und es kann demnach die im Gestell der Hohöfen ausgeschiedene Kieselsäure (Bd. I. S. 791) auch durch Verbrennen von im Roheisen enthaltenem reinen Silicium entstanden sein.

Nach Dr. HAHN löst sich $Fe\,Si^2$ mit etwa 50% Si in keiner Säure, selbst nicht in Flusssäure, kann aber leicht durch kohlensaures Natron aufgeschlossen werden. Vielleicht hat RICHTER eine ähnliche Substanz zur Untersuchung gehabt, da derselbe einen geringen Eisengehalt darin gefunden. Siliciumeisen mit 31% Silicium löst sich nach Dr. HAHN nur in sehr feingepulvertem Zustande und bei längerem Kochen in Salzsäure, mit Leichtigkeit in Flusssäure; je niedriger der Siliciumgehalt, um so grösser die Löslichkeit.

Giesst man Roheisen in gusseiserne Formen, wodurch dasselbe abgeschreckt wird, so findet sich an der unteren Seite des Gussstückes am wenigsten Silicium und am meisten chemisch gebundene Kohle, während die obere Seite reicher an Silicium und den sich sonst abscheidenden Stoffen ist. Dabei befindet sich das Mangan (S. 14) zumeist im oberen Theile. Giesst man das Roheisen in nassen Sand, so ist die untere Seite weniger verändert. Danach empfiehlt es sich, gutes Frischereiroheisen in gusseisernen Formen zu dünnen Platten zu giessen.

Die geeignetsten Mittel zur Erzeugung von siliciumarmem Roheisen sind: Anwendung niedrigerer Schmelztemperaturen bei möglichst vollständiger Kohlung oder wenn höhere Temperaturen erforderlich sind, Kalkzuschläge zur Herstellung basischer, hinreichend thonerdehaltiger Beschickungen, aus denen sich das Silicium weniger leicht

1) ERDM., J. f. pr. Chem. XVI. 196.
2) Loeben. Jahrb. 1862. XI, 289. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 320.

reducirt, als aus sauren und thonerdearmen, und endlich manganhaltige Zuschläge. Diese machen einestheils die Beschickung leichtschmelzig, anderntheils verbindet sich das Silicium mit Mangan und scheidet sich aus dem flüssigen Roheisen oberflächlich aus.[1]) (Bd. I. S. 768.) Nach LOHAGE[2]) tragen auch bei der Gussstahlbereitung Mangan und Aluminium zur Abscheidung des Siliciums bei.

Einfluss des Siliciums.

Das noch gute graue Giessereiroheisen kann bis 2% Silicium enthalten; bei einem grösseren Gehalt daran wird es härter und weniger fest, lässt sich dann aber durch Umschmelzen unter theilweiser Abscheidung des Siliciums verbessern (schottische und englische Roheisensorten). Ein solches mit Silicium überladenes brüchiges, sogenanntes trocknes oder kurzes Roheisen besitzt feines Korn, lichte Farbe mit schwachem Metallglanz und erstarrt rascher.

Frischereiroheisen gibt einen um so grösseren Eisenverlust durch Verschlackung, je reicher dasselbe an Silicium ist. Dennoch kann es aber vortheilhafter sein, aus unreineren Erzen bei hoher Temperatur ein schwefelarmes, siliciumreicheres Roheisen zu erblasen, als bei niedrigerer Temperatur ein schwefelreicheres und siliciumärmeres, weil sich Silicium vollständiger abscheiden lässt, als Schwefel. Auf das Verhalten beim Frischen hat die Verbindungsweise des Siliciums einen wesentlichen Einfluss.[3])

Nach LOHAGE[4]) muss ein zum Puddeln bestimmtes graues Roheisen behuf der Schlackenbildung mindestens 2% Silicium enthalten, wo dann das Eisen vor weiterer Verbrennung geschützt und, weil sich das Silicium früher oxydirt, zur Abscheidung eines Schwefel- und Phosphorgehaltes Zeit gewonnen wird. Gewöhnlich nimmt man aber nicht leicht ein Roheisen mit über 1,5% Silicium zum Puddeln.

BESSEMER hält zur Erlangung dichter Güsse von nach seiner Methode bereitetem Stahl einen Siliciumgehalt für er-

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 320. — Leob. Jahrb. 1861. X. 327.
2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 160.
3) B. u. h. Ztg. 1861. S. 38; 1862. S. 320.
4) Berggeist. 1860. Nr. 50. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 159.

forderlich, was aber nach TUNNER[1]) unwahrscheinlich ist. Nach SCHAFHÄUTL[2]) ist eine gewisse Menge' Silicium zur Stahlbildung erforderlich; es erzeugt sich eine Kieselkohlen-Verbindung, welche sich mit dem geschmolzenen Kohleneisen mengt und je nach der langsameren oder rascheren Erstarrung der Masse sich mehr oder weniger abscheidet. In Säuren weniger löslich, als das Kohleneisen, bildet sie die silberweissen Zeichnungen des Damascener Stahls, wenn man dessen Oberfläche mit Säuren behandelt, was aber nach BREANT die Folge einer Bildung verschiedener Kohlenstoffverbindungen des Eisens, welche in Säuren nicht gleich löslich sind, sein soll. JULLIEN[3]) hält den mindesten Siliciumgehalt im Stahl für schädlich und theilt überhaupt über die Wirkungsweise des Siliciums im Roheisen etc. manches Abweichende mit. Diese widerstreitenden Angaben bedürfen noch weiterer Aufklärung.

Nach KARSTEN enthält alles gute Stabeisen nicht unter 0,05% Silicium, welcher Gehalt auf 0,1% steigen kann, ohne dass die Festigkeit wesentlich leidet, was aber bei 0,37% schon der Fall ist, indem ein grösserer Siliciumgehalt das Stabeisen faulbrüchig macht, wobei dasselbe körniges und sehniges oder grob- und feinkörniges Gefüge neben einander zeigt, wenn z. B. bei zu kaltem Ofengang und nicht hitzigem Einschmelzen eines grauen, siliciumhaltigen Roheisens das Silicium nicht vollständig abgeschieden wurde. Solches Eisen ist nicht mit dem hadrigen oder unganzen zu verwechseln, welches in Folge eingemengter Schlacken, Eisenoxydate oder Roheisentheilchen beim Schmieden der Länge nach auseinander reisst und ösenartig auseinander stehende Streifen bildet. Bei einem grösseren Siliciumgehalt wird der Stahl rothbrüchig. Nach SCHAFHÄUTL befördert das Mangan die Stahlbildung dadurch besonders, dass beim Frischen von manganhaltigem Roheisen zuerst das Kohlenmangan oxydirt wird, und wenn dieses geschehen, im Rückstande

1) Dessen Bericht über die London. Industrie-Ausstellung v. 1862. Wien 1863. S. 77. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 73.

2) PRECHTL, techn. Encykl. XV, 366, 371, 385, 402. — Bgwfd. VI, 357. — KARST. Arch. 1 R. V, 158. — DINGL. Bd. 86. S. 245.

3) JULLIEN, Eisenhüttenkunde, deutsch v. HARTMANN. 1861. S. 30.

soviel Silicium und Kohle mit Eisen verbunden bleibt, dass die Masse als Stahl zu verwenden ist. Bei Mangel an Mangan würde sich gleich zuviel Silicium oxydiren und demnächst als wesentlicher Bestandtheil im Stahl fehlen.

Ueber die quantitative Bestimmung des Siliciums im Roheisen sind neuere zuverlässige Angaben von BUCHNER [1]), RICHTER [2]) u. A. mitgetheilt.

Entstehung des schwefelhaltigen Roheisens.

2) Schwefel. Nicht selten enthalten die Eisenerze, die Zuschläge oder das Brennmaterial grössere oder geringere Schwefelmengen in Gestalt von höheren oder niedrigeren Schwefelmetallen oder schwefelsauren Salzen. Schon in den oberen Ofentheilen entlassen die höheren Schwefelungen einen Theil Schwefel, welcher sich, wenn hinreichende Temperatur und bereits reducirtes Eisen vorhanden, mit letzterem verbindet. Kommen nun während der Reduction und Kohlung des Eisens die einfachen Schwefelmetalle, durch Zersetzung der höheren oder durch Reduction schwefelsaurer Salze erzeugt, mit dem Eisen in Berührung, so werden erstere davon zerlegt und es bildet sich Schwefeleisen. Die Kohlung eines solchen schwefelhaltigen Eisens wird nun einestheils durch dessen Leichtflüssigkeit erschwert, dann aber besonders durch die dem Silicium- und Phosphoreisen nicht zugehörige Eigenschaft des Schwefeleisens, der Auflösung der Kohle selbst bei höherer Temperatur entgegenzutreten, verhindert, so dass auch beim Durchgang durch das Gestell keine Nachkohlung mehr eintritt, sondern bei merklichem Schwefelgehalt der Beschickung ein kohlenstoffarmes, schwefelhaltiges weisses Roheisen entsteht. Nach JANOYER [3]) wird die Bildung eines weissen Eisens noch dadurch begünstigt, dass bei der im Gestell herrschenden Temperatur sich auf Kosten des Kohlenstoff- und Schwefelgehaltes im Roheisen Schwefelkohlenstoff erzeugt, wodurch dem Roheisen noch Kohlenstoff entzogen und bei der Verflüchtigung des Schwefelkohlenstoffs Wärme gebunden wird. Kommt nun der Schwefelkohlenstoff, sowie das Schwefeleisen im Gestell mit der

---

1) Bgwfd. Bd. XXI, 77.
2) Leoben. Jahrb. 1861. X, 503.
3) B. u. h. Ztg. 1852. Nr. 20. — Bgwfd. XV, 361.

mehr oder weniger feuchten Gebläseluft in Berührung, so erzeugt sich, wie EBELMEN[1]) nachgewiesen hat, Schwefelwasserstoffgas, welches in darüberliegenden Ofentheilen theils auf metallisches Eisen und Eisenoxyd schwefelnd einwirkt, theils aber Schlackenbestandtheile, namentlich Kalk unter Bildung von Schwefelcalcium zerlegt.

Nicht immer scheint der Schwefel im Roheisen an Eisen gebunden zu sein, sondern auch an Silicium. SCHAFHÄUTL[2]) führt ein Beispiel an, dass sich beim Abstechen des Roheisens in den Tividale-Eisenwerken bei Dudley Schwefelsilicium in Gestalt einer weissgelblichen, schwammigen, erdigen Substanz abschied, welche die dem Siliciumoxyd analoge Zusammensetzung $Si^2 S^3$ hatte. Nach MAYRHOFER[3]) scheidet sich Schwefelkiesel, ähnlich wie Kieselmangan, beim Erstarren des Roheisens ab, so dass dann ein solches Eisen arm an Silicium und verhältnissmässig reich an chemisch gebundener Kohle sein kann.

Der Schwefelgehalt ist im Roheisen nicht selten ungleich vertheilt und häuft sich in den gewöhnlichen Gänzen an der oberen Fläche oft etwas mehr an, als am Boden.

Mittel zur Entfernung d. Schwefels.

Da der Schwefel bei fast jedweder Verwendung des Roheisens schädlich wirkt, so muss derselbe vom Eisen möglichst fern gehalten werden. Die dazu anzuwendenden Mittel richten sich einmal nach der Verbindungsweise des Schwefels (Schwefelung oder schwefelsaures Salz), dann danach, ob derselbe hauptsächlich im Erz, in der dasselbe begleitenden Gangart, im Brennmaterial oder in den Zuschlägen sich findet.

Schwefel in Schwefelungen.

a) Kommt der Schwefel als Schwefelung

a') im Erz vor (Schwefelkies, Magnetkies, Zinkblende, Kupferkies, Bleiglanz), so sucht man seine Verbindung durch vorbereitende Arbeiten auf mechanischem Wege (durch Handscheidung, Klauben), dann durch chemische Operationen (Röstung, Verwitternlassen und Auslaugen) thunlichst zu entfernen, was jedoch kaum vollständig gelingt, so dass beim Schmelzen

1) B. u. h. Ztg. III, 1071.
2) ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 67. S. 257. — DINGL. Bd. 153. S. 349.
3) Leoben. Jahrb. 1861. X, 325.

selbst noch Gegenmittel anzuwenden sind. Als solche sind besonders zu bezeichnen:

α. Kalkzuschläge[1]) bei Anwendung höherer Schmelztemperaturen, wobei, wie oben angegeben, sich Schwefelcalcium bildet, welches die Eigenschaft hat, andere Schwefelmetalle, wie Schwefeleisen, Schwefelmangan etc. aufzulösen und in die Schlacke zu führen (Bd. I. S. 792, 811). Dieses Mittel ist wirksamer, wenn der Sitz des Schwefels weniger im Erz, als in der Gangart, dem Brennmaterial und den Zuschlägen ist, weil in letzterem Falle sich nicht erst Schwefeleisen bildet, sondern das Schwefelcalcium direct in die Schlacke geführt wird. Schlacken vom Verschmelzen des Kohleneisensteins zu Hattingen halten 4—6½ % Schwefelcalcium.

β. Manganhaltige Zuschläge. Wie bereits (S. 14) bemerkt, nimmt Mangan Schwefel auf und das Schwefelmangan scheidet sich theils auf dem flüssigen Roheisen ab, theils geht es gemeinschaftlich mit andern Schwefelmetallen, wie Schwefelcalcium, in die Schlacke (schottische Kohleneisenstein-Schlacken halten bis 8 % Schwefelmangan), theils in die Eisensauen und kommt zuweilen im krystallisirten Zustande darin vor (Bd. I. S. 792). Derartige Zuschläge wirken gleichzeitig auf die Bildung eines weissen Roheisens hin.

γ. Anwendung eines mit überhitzten Wasserdämpfen geschwängerten Windes. Wenngleich sich dieses Mittel in einzelnen Fällen wirksam erwiesen hat[2]) (Bd. I. S. 175), so ist doch, wohl seines abkühlenden Einflusses halber, keine allgemeinere Anwendung davon gemacht. Dem von TILGHMAN[3]) empfohlenen Einblasen von Kochsalz mit der Gebläseluft zur Bildung von flüchtigem Chlorschwefel setzt die Flüchtigkeit und Kostspieligkeit dieser Substanz Hindernisse in den Weg.[4])

δ. Die Electrolyse, die Abscheidung eines Schwefel-, Phosphor- und Siliciumgehaltes durch Einleiten eines elec-

1) KARST. Arch. 1 R. XVI, 180.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 130. — Polyt. Centralbl. 1857. S. 513.
3) Bgwfd. XX, 45.
4) Leoben. Jahrb. 1861 X, 328.

trischen Stromes in das flüssige Roheisen im Herde des Eisenhohofens, wobei ein Eisen- oder Manganerz als positive, und gereinigte Kohle als negative Electrode dient; ein Vorschlag von WINKLER.[1])

b') Ein Schwefelgehalt im Brennmaterial, gewöhnlich Schwefelkies in Steinkohlen, muss beseitigt werden durch Verwaschen der Steinkohlen und sorgfältiges Verkoken derselben unter Anwendung verschiedener Mittel zur Verflüchtigung des Schwefels (Bd. I. S. 295), von denen sich Wasserdampf[2]) und das Einmengen von Kalk[3]) nach BLEIBTREU'S Methode am besten bewährt haben. Müssen Schwefelkies enthaltene Steinkohlen angewandt werden, so bedarfs beim Hohofenbetrieb vermehrter kalkhaltiger Zuschläge unter Anwendung höherer Temperaturen. Bei reinen Eisensteinen fällt Holzkohlenroheisen immer reiner, als Koks- und Steinkohlenroheisen aus, und am reichsten an Schwefel pflegen die mit rohen schwefelkieshaltigen Steinkohlen erblasenen weissen Roheisensorten zu sein. Bei Anwendung schwefelhaltiger Steinkohlen zur Flammofenfeuerung kann das Product durch in überfliegender Asche enthaltenen Schwefel verunreinigt (Bd. I. S. 289, 291) oder durch Einwirkung von schwefliger Säure verändert werden.[4])

Schwefel in Salzen.

b) Findet sich der Schwefel als in Wasser schwer- oder unlösliches schwefelsaures Salz (Schwerspath, Gyps) im Erz vor, so ist man nur auf eine sorgfältige mechanische Aufbereitung, deren Effect sich nach der mehr oder weniger innigen Beimengung der schädlichen Stoffe richtet, und die Anwendung von kalk- oder manganhaltigen Zuschlägen beschränkt, je nachdem graues oder weisses Roheisen erzeugt werden soll. Während die bei Schwefelmetallen wirksamen oxydirenden Röstprozesse die genannten schwefelsauren Salze nicht verändern, so könnte für dieselben ein Glühen unter Anwendung von Reductionsmitteln passen, wobei sich lös-

---

1) DINGL. Bd. 161. S. 303. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 240.
2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 372.
3) B. u. h. Ztg. 1857. S. 425; 1859. S. 107. — Berggeist. 1857. Nr. 45.
4) PLATTNER'S Röstprozesse. 1856. S. 99, 103. — Polyt. Centralbl. 1855. S. 1281.

liches Schwefelbarium und Schwefelcalcium bildet. Schwerspäthige Silbererze hat man auf diese Weise in Sibirien [1]) und in Tyrol [2]) vom Schwerspath zu befreien versucht.

In geringen Quantitäten vorhanden gehen Schwerspath und Gyps, nachdem sie zu Schwefelmetallen reducirt, in die Schlacke und werden, namentlich bei Anwesenheit von Mangan, fast unschädlich (Witkowitz, Gitteldesche Eisenhütte am Harz). Auch schmelzen diese Sulfate mit Flussspath leicht zusammen.

Basisch schwefelsaure Thonerde, welche zuweilen in Eisensteinen, z. B. einigen Magneteisensteinen, und der Steinkohlenasche sich bildet, zerlegt sich erst bei hoher Temperatur vollständig und es scheint der Schwefel aus der freigewordenen Schwefelsäure zum grossen Theil ans Eisen zu gehen. Vorhandenes basisch schwefelsaures Eisenoxyd wird früher durch Hitze zerlegt.

Eigenschaften des schwefelhaltigen Roheisens.

Graues Roheisen wird durch einen geringen Schwefelgehalt (0,4 %) hitziger, halbirt und somit fester (S. 27), weshalb man zuweilen zur Erzielung dichter Güsse absichtlich schwefelhaltige Eisensteine mit verwendet (schwedisches Kanoneneisen mit bis 0,1 % Schwefel [3]), Altenauer Poterieeisen), während ein Phosphorgehalt schadet. Man könnte den halbirten Zustand solchen Giessereiroheisens auch durch einen Manganzuschlag zur Beschickung oder niedrigere Schmelztemperatur herbeiführen; es würde dann aber im ersteren Falle ein zu hartes und sprödes, im letzteren ein zu mattes, undichtes Roheisen erfolgen. Steigt der Schwefelgehalt, so wird die Kohlung des Eisens beeinträchtigt (S. 41), es entsteht ein dickflüssigeres, schneller erstarrendes weisses dickgrelles Roheisen mit Höhlungen auf der Oberfläche und im Innern, wahrscheinlich in Folge der Einwirkung von Feuchtigkeit auf das Schwefeleisen, wodurch es, sowie durch die starke Ausdehnung beim Erstarren zur Giesserei untauglich

1) Oester. Ztschr. 1862. Nr. 49, 50. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 114.
2) Oester. Ztschr. 1863. Nr. 1, 2.
3) Tunner, das schwed. Eisenhüttenwesen. 1858. S. 18; 1863. S. 156. — Ders., Bericht über die London. Industrie-Ausstell. v. 1862. S. 30. — Berggeist, 1857. S. 127.

wird. Solches Eisen zeigt im Flusse eine gelbliche Farbe, beim Abstechen lebhaftes Funkensprühen und stösst oft in dem Augenblicke, wo es erstarrt, unter Gasentwicklung kleine Kugeln von der Grösse einer Erbse aus, welche auf der noch flüssigen Masse rotiren (Blickausscheidung Bd. I. S. 768) und nach dem Erkalten sehr hart, schwefelreich und weiss sind (Diamantroheisen in Belgien). Auch bei hellgrauer, körniger Bruchfläche des Eisens zeigt sich diese Erscheinung (zuweilen z. B. auf Altenauer und Königshütte am Harze). Solches schwefelhaltiges weisses Eisen besitzt indessen weniger Blasenräume, als das luckige (S. 16), und durchläuft nicht den breiartigen Zustand desselben.

In den grauen Giessereiroheisensorten steigt der Schwefelgehalt selten über 0,5 % und pflegt bei Anwendung von Koks immer etwas höher zu sein, als bei Anwendung von Holzkohlen. SCHAFHÄUTL fand in englischen und französischen Roheisenarten von guten Eigenschaften 0,177—1,105 % Schwefel. Nach EGGERTZ [1]) enthält das schwedische Kanoneneisen 0,07—0,1 % Schwefel und darüber, das schwedische Frischroheisen 0,02—0,04 %; überschreitet der Gehalt 0,04 %, so entsteht beim Frischen rothbrüchiges Stabeisen. Alle erprobten vorzüglicheren Steyerschen Frischroheisensorten kommen nur auf 0,02, höchstens 0,04 % Schwefel.

Da Stabeisen und Stahl von den geringsten Schwefelmengen rothbrüchig gemacht werden, so bedarfs zu ihrer Herstellung möglichst schwefelfreien Roheisens. Schwefelhaltiges weisses Roheisen lässt sich dazu überall nicht verwenden, weil sich aus demselben wegen zu raschen Frischens (S. 34) der Schwefel niemals hinreichend ausscheiden lässt; dagegen können die schwieriger frischenden grauen Roheisensorten (S. 33) mit einem geringen Schwefelgehalt zur Anwendung kommen, geben aber niemals ein so tadelloses Product, wie schwefelfreies Roheisen, zumal wenn nicht die richtige Frischmethode angewandt wird. Aus einem siliciumreichen Roheisen lässt sich beim Frischen mehr Schwefel entfernen, als aus einem siliciumarmen (S. 39). Nach KARSTEN machen schon $^1/_{10000}$ Schwefel das Stabeisen rothbrüchig, meist

1) Berg- u. hüttenm. Ztg. 1862. S. 96.

aber erst einige Tausendstel deutlich; gewöhnliches Schmiedeeisen mit 0,02 % Schwefel taugt zum Lochen der Hufeisen nicht mehr. Der Schwefelgehalt ist in den Eisenstangen nicht gleichmässig vertheilt und scheint um so schädlicher zu wirken, je schlechter das Eisen gefrischt ist. Die besseren Stahlsorten enthalten bis 0,01 % Schwefel.

Während ein Phosphorgehalt das Schmiedeeisen kaltbrüchig macht, also Schwefel und Phosphor für sich schädlich sind, so sollen sie, wenn beide zugleich vorhanden, auf einander neutralisirend wirken, sei es, dass, wie JANOYER[1]) meint, der Phosphor einen Theil Schwefel unter Bildung von Schwefelkohlenstoff austreibt, oder dass, nach JULLIEN'S[2]) Ansicht, der Phosphor danach trachtet, die durch Schwefel in der Hitze geschwächte Cohäsion des Eisens wieder herzustellen. Solches Eisen ist aber doch niemals so fest, als ein vollkommen schwefel- und phosphorfreies, und es tritt an daraus dargestelltem Frischeisen Roth- und Kaltbruch deshalb in vermindertem Grade nach CARON[3]) auf, weil beim Vermengen eines schwefelhaltigen Roheisens mit einem phosphorhaltigen die schädlichen Stoffe nur in einer grössern Metallmasse vertheilt werden, sich aber nicht neutralisiren.

EGGERTZ[4]) hat ein practisches Verfahren angegeben, die Anwendbarkeit eines Roheisens in Betreff seines Schwefelgehaltes zur Stahl- und Stabeisenfabrikation nach der Farbennüance zu beurtheilen, welche aus dem Roheisen mittelst Schwefelsäure entwickeltes Schwefelwasserstoffgas einem Silberblech ertheilt. Mit passender Modification lässt sich nach dieser Methode auch ein Eisenerz und Zuschlagskalk auf Schwefel prüfen. Genauer kann der Schwefel nur auf gewöhnlichem analytischen Wege[5]) bestimmt werden.

1) B. u. h. Ztg. 1855. S. 194. — Bgwfd. XVIII, 501.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 49; 1862. S. 97. — Dess. Eisenhüttenkunde. Deutsch. v. HARTMANN. 1861. S 33.
3) DINGL., Bd. 169. S. 38.
4) TUNNER, das Eisenhüttenwesens Schwedens. 1858. S. 31. — B. u. h. Ztg 1862. S 95. — Leob. Jahrb. 1863. XII, 150.
5) EGGERTZ, B. u. h. Ztg. 1862. S. 89. — RICHTER: Leoben. Jahrb. 1861. X, 496. — NICKLES: DINGL Bd. 166. S. 279. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 121.

Entstehung eines phosphorhaltigen Roheisens.

3) Phosphor. Da Eisensteine, Zuschläge oder Brennmaterial häufig phosphorsaure Salze enthalten, so fehlt ein mehr oder weniger grosser Phosphorgehalt selten im Roheisen, weil die Phosphorsäure während der Reduction und Kohlung des Eisens — in höherer Temperatur, als die Schwefelsäure — sowohl durch Kohlenstoff, als durch metallisches Eisen reducirt wird und Phosphoreisen bildet. Wegen seiner Leichtflüssigkeit bei grösserem Phosphorgehalt sintert letzteres zusammen, erschwert dadurch die Kohlung und gelangt, wenn die Temperatur im Schmelzraume niedrig ist, als ein phosphorreiches, kohlenarmes weisses Roheisen in den Herd des Ofens. Herrscht im Schmelzraume eine sehr hohe Temperatur, so nimmt das phosphorhaltige Eisen — ähnlich wie Siliciumeisen, aber abweichend von Schwefeleisen (S. 41) — daselbst noch Kohlenstoff auf und liefert ein phosphorhaltiges lichtgraues Roheisen (S. 24), indem ein Phosphorgehalt, ähnlich wie Silicium, sich mit dem chemisch gebundenen Kohlenstoff bis zu einem gewissen Grade ersetzt und dessen theilweise Abscheidung als Graphit begünstigt. Steigt der Phosphorgehalt viel über 1,5 %, so schwächt er die Neigung des Eisens, sich zu kohlen, es scheidet sich beim Erkalten kein Graphit ab und es entsteht weisses silicium- und phosphorreicheres Roheisen. Es gibt jedoch auch Beispiele, dass der Phosphor- und Siliciumgehalt die Kohlung nicht wesentlich hindert. So enthält z. B. ein aus Raseneisensteinen erblasenes, weisses Roheisen von Meppen[1]) 6 % C, 2,79 % Si, 1,82 P, 0,15 As und 0,50 % S.

Nach Struve[2]) ist der Phosphor im Roheisen in verschiedenen Verbindungen mit Eisen vorhanden, indem sich beim Auflösen desselben in Säure bald nur Phosphorsäure, bald gleichzeitig Phosphorwasserstoff bildet und der bleibende Rückstand eine variable Beschaffenheit zeigt.

Die Grösse des Phosphorgehaltes im Roheisen hängt wesentlich davon ab, ob derselbe im Eisenstein selbst (Raseneisensteine,

---

1) Hartmann's Fortschr. V, 120.

2) Erdm., J. f. pr. Chem. Bd. 79. S. 321. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 448. — Polyt. Centralbl. 1860. S. 890.

Brauneisensteine mit Vivianit oder Versteinerungen), im Zuschlagskalk, der zuweilen Versteinerungen [1]) (phosphorsauren Kalk) führt, in den Gangarten (Apatit, Phosphorit, Grünbleierz) oder in der Asche des Brennmaterials in variabler Menge (nach CARON 0,008 — 010 % Phosphorsäure) vorhanden ist. Nach den Untersuchungen von KARSTEN reducirt sich alle im Erz an Eisenoxyd gebundene Phosphorsäure und geht ins Eisen, während die in einem andern Zustande vorhandene Phosphorsäure zum Theil in die Schlacke und dann, je nach den Umständen, erst aus dieser mehr oder weniger ins Roheisen geführt wird, und zwar um so mehr, je längere Zeit und in je höherer Temperatur flüssige Schlacke und Roheisen in Berührung bleiben und je saurer die Schlacke ist. Während nach WRIGHTSON [2]) und ABEL [3]) heisse Gebläseluft mehr Phosphor ins Roheisen führt, als kalte, so hat bei grauem Roheisen nach PRICE und NICHOLSON [4]) dies keinen Einfluss, sondern es geht aller Phosphor des Erzes ins Roheisen.

Nach v. d. MARK [5]) verflüchtigt sich auch Phosphor und findet sich im Gichtschwamme. Aus Wiesenerzen erzeugtes Roheisen (Bd. I. S. 772) hält zuweilen bis über 6 % Phosphor.

Hilft mechanische Aufbereitung zur Abscheidung der phosphorhaltigen Substanzen nicht, so ist die Bildung kalkreicher basischer Schlacken, eines phosphorarmen Brennmaterials und eines grauen Eisens bei möglichst niedriger Temperatur das einzige Mittel, den Phosphorgehalt im Roheisen zu vermindern. Ein solches Eisen lässt sich dann noch zur Giesserei und auch wohl zur Stabeisenbereitung benutzen, ist aber für beide Zwecke unanwendbar, wenn in Folge zu bedeutenden Phosphorgehaltes in der Beschickung oder zu niedriger Temperatur etc. ein weisses Roheisen erfolgt. Zu Kertsch [6]) in der Krimm gab

---

1) Stud. d. Götting. Ver. Bergm. Freunde III. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 76.
2) B. u. h. Ztg. 1850. — DINGL. Bd. 114 S. 319; Bd. 116. S. 207.
3) WAGNER's Jahresber. 1860. S. 37. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 296.
4) B. u. h. Ztg. 1856. S. 73. — DINGL. Bd. 138. S. 124.
5) HARTMANN, Fortschr. V, 126.
6) STRUVE in ERDM. J. f. pr. Chem. B. 169. S. 321. — Polyt. Centr. 1860. S. 891.

Brauneisenstein, mit Versteinerungen und Vivianit vorkommend, bei Zuschlag von Kalkstein und bei Benutzung von Anthracit, ein solches weisses, sehr sprödes Roheisen von nachstehender Zusammensetzung:

Fe	P	Si	C
94,49	2,65	1,09	1,90

Graue Roheisensorten aus phosphorhaltigen Erzen (Sumpf-, See-, Morast-, Wiesenerzen) erblasen (B. I. S. 773), wurden von folgender Zusammensetzung gefunden:

	Fe.	C	Graph.	P	Si	S	Mn
a.	91,54	0,56	2,51	3,26	2,13	Spr.	—
b.	89,13	2,82		0,41	4,64	—	3,00
c.	94,72	3,02		0,82	1,44	—	Spr.

a. Graues Roheisen von Nalibok, aus Sumpferzen mit 62,91 $\bar{F}e$ und 3,19 $\ddot{\bar{P}}$, mit Holzkohlen bei Kalkzuschlag erblasen. Aus demselben erfolgte beim Puddeln unter Kalkzusatz anfangs bei möglichst niedriger, zuletzt bei höherer Temperatur Stabeisen mit 98,55 Fe, 0,68 P, 0,13 Si, 0,64 C und beim Paquetiren und Schweissen desselben ein 99,27 Fe, 0,55 P und 0,06 C enthaltendes Stabeisen. b. Graues feinkörniges Roheisen aus finnischen Seeerzen und Sumpferzen mit 40—50 % Fe, Kalkzuschlag, Holzkohlen und Holz und bis zu 180° C. erhitzter Gebläseluft, nach ARPPE. c. Graues Roheisen von St. Annä im Bezirk Snojärvi. — (Analysen verschiedener Roheisensorten aus Meppener Raseneisensteinen mit 2—3 % Phosphorsäure, siehe §. 12. B. 2). Englische oolithische Eisenerze mit 1,5—2 % P lieferten Roheisen mit 0,71—1 % P.

Eigenschaften des phosphorhaltigen Roheisens.

Phosphor macht graues Roheisen in höherem Grade härter und weniger fest, als Silicium, was sich aber bei einem Phosphorgehalt von 0,5 % kaum zeigt. Da solches Eisen mit etwas grösserem Phosphorgehalt dünnflüssiger als phosphorfreies ist, so eignet es sich zur Herstellung von Gussstücken mit sehr scharfen Contouren, welche einer weiteren, durch die grössere Härte erschwerten mechanischen Bearbeitung nicht mehr bedürfen (Poteriewaaren). Die grauen Roheisensorten enthalten Spuren bis 1,5 % Phosphor und mehr;

bei 5,6 % ist das Eisen noch zur Giesserei tauglich, besitzt ein feines Korn und dichtes Gefüge bei lichter Farbe.

Zum Frischen eignen sich nur die phosphorarmen grauen Sorten, weil sonst kaltbrüchiges Stabeisen oder fehlerhafter Stahl entsteht. Schon sehr geringe Verschiedenheiten im Phosphorgehalt scheinen auf die Eigenschaften des Eisens, insbesondere des Stahls, wesentlichen Einfluss auszuüben. Ein Mangangehalt des Roheisens scheint auf die Entfernung des Phosphors hinzuwirken, indem sich nach STRUVE[1]) beim Frischen phosphorsaures Manganoxydul bildet, welches bei seiner sehr schwierigen Reducirbarkeit in die Schlacke geführt wird. CARON[2]) hat das Mangan zur Entfernung des Phosphors nicht wirksam gefunden. Auch hebt aus angeführten Gründen (S. 47) ein Schwefelgehalt die ungünstige Wirkung eines Phosphorgehaltes nur theilweise auf. Nach KARSTEN wirkten 0,3 % Phosphor im Stabeisen noch nicht schädlich, bei 0,5 % ertrug dasselbe noch die Schlagprobe und erst bei 0,75—0,80 % zeigte sich Kaltbruch. Bei 1 % eignet sich das Stabeisen nur noch zu wenig Verwendungen.

Weisse phosphorreichere Roheisensorten geben, weil sie wegen ihrer leichten Frischbarkeit eine vollständige Abscheidung des Phosphors nicht gestatten, stets schlechtes Stabeisen und werden deshalb absichtlich nicht dargestellt. Gutes weisses Frischroheisen aus reineren Erzen enthält meist nur geringe Mengen, selten über 0,4—0,5 % Phosphor, während im Spiegeleisen kaum Spuren davon vorkommen. Letztere werden selbst bei absolut phosphorfreien Erzen gefunden, und kommen durch die Asche des Brennmaterials in das Eisen. Die meisten geschätzten Stahlsorten enthalten 0,01—0,02 %, schon kaltbrüchige Stabeisensorten 0,25—0,30 % P, welche letztere sich aber noch zu verschiedenen feineren Schmiedearbeiten (Nägel, Hufnägel, Draht etc.) anwenden lassen.

EGGERTZ[3]) hat eine leichte und sichere Methode zur Bestimmung des Phosphors im Eisen mittelst molybdänsauren Ammoniaks angegeben, desgleichen NIKLÈS[4]).

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 448.
2) DINGL. Bd. 168. S. 380.
3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 415.
4) DINGL. Bd. 166. S. 279. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 124.

Stickstoff.

4) Stickstoff. Der neuerdings im Roheisen mehrfach gefundene Stickstoff (Bd. I. S. 766) scheint ausser mit Eisen auch mit andern im Eisen enthaltenen Stoffen, wie Silicium, Titan, Kohlenstoff etc. Verbindungen einzugehen, welche auf die Eigenschaften der Eisencarburete einen Einfluss ausüben und namentlich bei der Stahlbildung (Bd. I. S. 722) eine Rolle zu spielen scheinen. Die Untersuchungen über diesen Gegenstand haben noch nicht zu übereinstimmenden Ansichten geführt und sind noch nicht geschlossen [1]). Während FREMY und BOUSSIGNAULT den Stickstoff als wesentlichen Bestandtheil des Roheisens ansehen, halten denselben CARON und GRUNER für einen zufälligen, indem Eisen bei der Analyse im gepulverten Zustande leicht Ammoniak aufnimmt.

SCHAFHÄUTL [2]) hat in allen englischen weissen Roheisensorten Stickstoff als wesentlichen Bestandtheil gefunden, in mehreren deutschen Sorten nur höchstens Spuren; BUFF [3]) im Roheisen aus Raseneisensteinen 0,26 % Stickstoff. RAMMELSBERG [4]) fand neuerdings im Spiegeleisen, welches zur Stahlbildung besonders geneigt ist, nur 0,002 % Stickstoff = $^1/_{50000}$, wonach anzunehmen, dass FREMY's Ideen auf die Metallurgie des Eisens nicht von Einfluss sein und die Theorie der Cementstahlbildung modificiren werden. Von ULLGREN [5]) sind die Methoden zur Bestimmung des Stickstoffs im Roheisen geprüft worden.

Mangan.

5) Mangan, in den Eisensteinen oder Zuschlägen enthalten, reducirt sich, wie bereits (S. 13) angegeben, weit schwieriger, als Eisenoxydul, erzeugt leichtflüssige Schlacken und in Folge dessen ein weisses Roheisen, welches bei sonst reinen Eisensteinen als Spiegeleisen zu erhalten ist, und trägt, indem sich chemische Verbindungen des Mangans mit Silicium, Schwefel etc. auf der Oberfläche des flüssigen Eisens

1) Zusammenstellung der beobachteten Thatsachen: ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 84. S. 82—100. — WAGNER's Jahresber. über die Fortschr. d. chem. Technol. 1861. S. 60. — DINGL. Bd. 158. S. 209.
2) ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 67. S. 257. — DINGL. Bd. 153. S. 349.
3) Ann. d. Chem. u. Pharm. Neue Reihe VII, 375.
4) DINGL. Bd. 168. S. 127.
5) Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 124. S. 59, 70. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 96.

abscheiden, zu dessen Reinigung bei. Das Spiegeleisen enthält dann einen verhältnissmässig geringen Theil (gewöhnlich nur bis 7 %) des im Gestell reducirten Mangangehaltes, welcher sich aber unter den S. 14 erwähnten Umständen bis 22% und mehr steigern lässt. Die vortheilhafte Wirkung eines Mangangehaltes im weissen Eisen beim Verfrischen desselben auf die Entfernung von Silicium (S. 39), Schwefel (S.43) und vielleicht von Phosphor (S. 51) etc. ist erwiesen.

Da sich graues Eisen aus strengflüssigerer Beschickung erzeugt, als weisses, so kann sich in ersterer kein merklicher Mangangehalt befinden, wenn überhaupt graues Eisen entstehen soll, oder es muss dessen leichtflüssig machende Wirkung bei manganreicheren Eisensteinen durch Zuschläge von Kalk oder besser magnesiahaltigem Kalk aufgehoben werden. Ein Mangangehalt macht dann solches Roheisen wahrscheinlich durch Bildung von Kieselmangan härter, halbirt und für manche Gusswaaren weniger geeignet, als ein schwefelhaltiges (S. 45). Wird solches Roheisen zum Verfrischen benutzt, dann wirkt der Mangangehalt eben so günstig, wie im weissen Roheisen. Das aus Franklinit[1]) $(\dot{\mathrm{F}}\mathrm{e}, \dot{\mathrm{M}}\mathrm{n}) + \dddot{\bar{\mathrm{F}}}\mathrm{e}, \dddot{\bar{\mathrm{M}}}\mathrm{n}$ erblasene Roheisen (S. 10) mit 3—11,5 % Mangan kommt in seinen Eigenschaften dem Spiegeleisen nahe. Solches Roheisen ist ausserordentlich hart, grossblätterig in der Mitte, am Rande körnig, im Bruche silberglänzend und zeigt eine mittlere Abnahme von 7/8 des im Erze vorhandenen Mangangehaltes, welcher verschlackt ist. Das von solchem Roheisen erhaltene Stabeisen ist von ausgezeichneter Festigkeit. KARSTEN fand als Maximum im Schmiedeeisen 1,85 % Mangan, ohne auf dessen Güte zu wirken.

RICHTER[2]) hat eine ziemlich einfache und vollständig zum Zwecke führende Methode zur Bestimmung geringer Mengen Mangans im Roheisen angegeben.

6) Kupfer.[3]) Eine Beimengung von Kupferkies im Eisensteine führt Kupfer ins Roheisen, welches, gewöhnlich

Kupfer.

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 37, 465. — TUNNER's Ber. über die London. Ausstellung. 1862. S. 42.
2) Leoben. Jahrb. 1861. X, 502.
3) KARSTEN's Arch. 1 R. XI, 431. — Bgwfd. III, 177.

nicht über 0,2 %, im Giessereiroheisen nicht schädlich wir (1 % Kupfer macht dasselbe härter und in Säuren schwer löslich), dagegen aber zum Puddeln verwandt, nach List sich nicht aus dem Eisen entfernt, sondern wahrscheinli an Schwefel gebunden bleibt und sich concentrirt. Eini Zehntel Procent Kupfer machen nach EGGERTZ[2]) das St eisen rothbrüchig und Stahl ist noch empfindlicher als dies gegen Kupfer, weshalb sich die kupferkiesfreien schwedisch Danemoraeisensteine besonders zur Darstellung eines Ro stahleisens eignen.[3]) Schmiedeeisen mit 0,5 % Kupfer zeig nur Spuren von Rothbruch, während Stahl aus solchem Eis unbrauchbar war. Danemoraeisen enthielt 0,03 %, manc ausländische Stahlsorten 0,2 % Kupfer. Nach STENGEL tr am Stabeisen bei 0,44 % Kupfergehalt Rothbruch ein; na JULLIEN[4]) machen 0,4 % Schwefel und 0,4 % Kupfer St und Flacheisen rissig und beeinträchtigen beim Puddeln d Schweissbarkeit des Roheisens. SCHAFHÄUTL[5]) glaubt, da der schädliche Einfluss, welchen man dem Kupfer be Puddelprozess zuschreibt, in Wirklichkeit nicht existirt, sonde hauptsächlich der Aggregatszustand und die dem Kohleneis beigemengten Metalloide eine Hauptrolle spielen.

Nach EGGERTZ[6]) lässt sich der geringste Kupfergeh im Eisen sicher und leicht auf colorimetrischem Wege b stimmen; RICHTER[7]) hat eine gute gewichtsanalytische M thode dafür angegeben.

Arsen. 7) Arsen, nach den Untersuchungen von WALCHNER STEIN[9]), SCHAFHÄUTL[10]) etc. in Eisensteinen häufig und Brennmaterial gefunden, macht, ähnlich wie Phosphor, d Roheisen hart, spröde und leichtflüssig, das Stabeisen ka

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 52.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 218.
3) TUNNER, das Eisenhüttenwesen Schwedens. 1858. S. 12.
4) Dessen Eisenhüttenkunde, deutsch von HARTMANN. 1861. S. 34
5) B. u. h. Ztg. 1861. S. 39.
6) B. u. h. Ztg. 1862. S. 218.
7) Leoben. Jahrb. 1861. X, 501.
8) DINGL. Bd. 103. S. 227.
9) ERDM., J. f. pr. Chem. LI, 302; LIII, 37.
10) ERDM., J. f. pr. Chem. XXI, 247. — B. u. h. Ztg. 1847. S. 364

brüchig und schwieriger schweissbar.[1]) Nach SCHAFHÄUTL[2]) macht ein gewisser geringer Gehalt an Arsen — vielleicht als Arsenkohlenstoff vorhanden — den Stahl fester und feinkörniger, bei mehr aber rothbrüchig.

Da das Arsen meist bald als Arsenkies, bald im Schwefelkies enthalten im Erze vorkommt, so ist eine gute, theilweise reducirende Röstung (Bd. I. S. 34, 37, 39) zur Entfernung des Arsens, mitunter auch Kalkzuschlag, das beste Mittel. Schwieriger ist die Zerlegung, wenn sich im Eisenerze (jüngere Eisensteine, Gelbeisensteine, Limonite, auch wohl Brauneisensteine) arsensaure Salze, namentlich arsensaures Eisenoxyd, befinden. BERTHIER, WÖHLER[3]), SCHAFHÄUTL[4]), MRAZEK[5]) u. A. haben Arsen im Roheisen, z. B. von Alais (Bd. I. S. 769, N°. 8) 4,08 %, und im Stabeisen, z. B. im Danemoraeisen 0,017 %, in einem kaltbrüchigen, schwer schweissbaren ungarischen Eisen 0,375 % Arsen neben 0,290 % Phosphor gefunden.

Aehnlich wie Arsen wirkt Antimon, welches z. B. bei 0,3 % das Stabeisen kaltbrüchig macht; desgleichen Wismuth. In der Schweisshitze des Stabeisens verflüchtigen sich Antimon, Arsen und Wismuth unter Qualmen und bei Arsen mit Knoblauchgeruch.

8) Zinn ertheilt dem Roheisen ein feinkörniges, stahlartiges Gefüge, Leichtflüssigkeit, hellen Klang und grosse Härte ohne übermässige Sprödigkeit. Roheisen mit 1 % Zinn giebt ein kaltbrüchiges Stabeisen mit etwa 0,19 % Zinn, welches sich in der Hitze unter Ausstossung eines weissen Rauches sehr gut schmieden lässt. Bei mehr Zinn schweisst das Eisen beim Puddeln schwierig, giebt also einen bedeutenden Abgang, sowie ein sehr kaltbrüchiges, durch blosses Fallen wie Glas zerbrechendes Eisen, welches sich in der Hitze schlecht schmieden und schweissen lässt. Solches Eisen ist auf dem Bruche feinkörnig, weiss und matt. Durch einen

Zinn.

---

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 408. — WEHRLE, Hüttenkde. B. II. S. 23.
2) PRECHTL, technol. Encykl. XV, 367, 377.
3) Ann. d. Chem. u. Pharm. B. 31. S. 95.
4) PRECHTL, technol. Encyklop. B. 15. S. 376.
5) B. u. h. Ztg. 1862. S. 408.

Zusatz von verzinntem Eisen beim Erzschmelzen, sowie auch durch die Erze selbst kann Zinn ins Roheisen gelangen.

Zink. 9) Zink, in einem Galmei-[1]) oder Zinkblendegehalt der Erze vorhanden, verbindet sich nur wenig mit dem Eisen, sondern verflüchtigt sich, bildet zinkische Ofenbrüche (Bd. I. S. 789, 792) und findet sich auch in der Gicht- und Tümpelflamme mit characteristischer Färbung derselben (Bd. I. S. 306). Bei einer bedeutenden Zinkverflüchtigung kann so viel Wärme gebunden werden, dass weisses Roheisen entsteht; auch bedarf das Zink zu seiner Reduction und Verflüchtigung einer besonderen Menge Brennmaterial. Die Versuche, aus zinkischen Eisenerzen Roheisen und Zink zu gewinnen, haben bislang noch nicht zu gewünschten Resultaten geführt (Bd. II. S. 723). Das aus Franklinit dargestellte Roheisen (S. 10, 53) ist wegen seines Mangangehaltes sehr zur Stabeisenfabrikation geeignet.

Während das aus galmeihaltigen Erzen erblasene Roheisen kein Zink zu enthalten pflegt, so bildet sich doch, wenn die zinkischen Ofenbrüche losgebrochen und in grösseren Mengen in den Schmelzraum geführt werden, ein stark schwindendes weissgraues Roheisen von geringer Festigkeit, welches beim Abstechen Rauch und blaugrüne Flammen ausstösst und beim Puddeln ein gutes Stabeisen, allerdings bei grösserem Eisenverlust wegen des erforderlichen öfteren Ausschweissens, giebt.

Blei. 10) Blei, nicht selten als Bleiglanz mit Eisenerzen vorkommend, übt auf das Roheisen keinen Einfluss aus, verflüchtigt sich theils, theils findet es sich bei einem mehr oder weniger angereicherten Silbergehalt im metallischen Zustand (Bd. I. S. 788) unter dem Sohlstein der Eisenhohöfen (Stolberg, Königshütte in Oberschlesien).

Vanadin. 11) Vanadin[2]), Molybdän, Chrom, Wolfram und Titan finden sich meist nur in geringen Mengen im Roheisen und scheinen auf dessen Eigenschaften wenig zu in-

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 355.
2) Polyt. Centr. 1851. S. 1151. — B. u. h. Ztg. 1852. S. 624. — Ann. d. Chem. u. Pharm. XCIV, 355.

fluiren. Nur beim Verschmelzen titanreicherer Eisensteine [Titaneisensand von Neuseeland [1])] oder bei Zusatz von Titanit [2]) zur Eisensteinsbeschickung erzeugt man titanhaltige graue Roheisensorten (nicht weisse Sorten, weil sonst das Titan meist in die Schlacke geht), welche beim Frischen ausgezeichnetes Eisen und namentlich guten Stahl geben sollen. Durch einen grösseren Titangehalt wird die Beschickung strengflüssiger, in Folge der erschwerten Kohlung des Eisens, indem das mit letzerem verbundene Titan Kohlenstoff und Stickstoff aufnimmt und sich in Gestalt rother Würfel als Cyanstickstofftitan (Bd. I. S. 795) daraus abscheidet.

Durch kalihaltige Zuschläge lässt sich eine titanreiche Beschickung leichtschmelziger machen, sowie auch durch eine gewisse Menge Kalk und Kieselerde, indem sich dann eine leichtflüssigere Verbindung von kieselsaurem und titansaurem Kalk bildet.

Einen noch günstigeren Einfluss als Titan übt auf die Beschaffenheit des Stahls ein Wolframgehalt desselben aus, so dass man neuerdings im Grossen Wolframstahl darstellt. Wolframhaltiges Gusseisen zeigte nach GUEN [3]) grössere Festigkeit, als wolframfreies.

Nach MAYRHOFER [4]) soll der verbessernde Einfluss der genannten und auch noch anderer Substanzen weniger darin liegen, dass sie sich mit dem Eisen verbinden, als darin, dass sie sich mit den vorhandenen anderen schädlichen Substanzen, wie Schwefel, Phosphor, Silicium etc., vereinigen und aus dem flüssigen Roheisen oder Stahl, ähnlich wie Manganverbindungen (S. 14), sich ausscheiden. Nach Anderen, z. B. SCHAFHÄUTL [5]), nimmt der Stahl geringe Mengen von Chrom, Nickel, Wolfram, Silber, Platin, Iridium, Rhodium, Titan, Aluminium etc. auf und erhält dadurch grössere Härte und

---

1) Verhandl. d. naturwissenschaftl. Gesellsch. v. Rheinl. u. Westphal. 1861. Bd. 18. S. 77. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 118, 412. — Berggeist 1861. No. 54. — Polyt. Centr. 1854. No. 3.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 143; 1863. S. 16, 51. — Berggeist, 1862. No. 75.
3) Oesterr. Ztschr. 1863. S. 286.
4) Oesterr. Ztschr. 1861. S. 374.
5) PRECHTL, technol. Encykl. XV, 367.

Festigkeit, wie dies besonders beim Wolframstahl [1]) nacl wiesen ist. Schmilzt man Wolframsäure mit weissem I eisen zusammen, so wird nach BERNOULLI [2]) nur wenig ersterer durch den Kohlenstoff des Roheisens reducirt. Anwendung von grauem Roheisen dagegen dient der Gra als Reductionsmittel und es erzeugt sich ein wolframhalt Rohgussstahl.

Nach CHEVREUL [3]) können die genannten fremden talle im Stahl den Kohlenstoff ganz ersetzen.

Nickel und Kobalt.

12) Nickel und Kobalt kommen höchst selten Eisen vor (nach STRENG im Königshütter Roheisen 0,003 sind aber einige Male im Stabeisen gefunden, wo sie selbe zum Theil wahrscheinlich warm- und kaltbrüchig m ten. RUBACH [4]) fand in einem Stabeisen 1,53 % Nickel 0,63 Kobalt, MRAZEK [5]) resp. 0,021 und 0,017 %. Nickel-, sowie auch ein Silbergehalt soll den Stahl verbes und zur Damascirung fähig machen, was aber problematisch

Erdenmetalle.

13) Metalle der Erden (Aluminium) und der al schen Erden (Calcium, Magnesium) werden bei de Hohofen herrschenden Temperatur und bei basischer Schl in geringen Mengen reducirt und gehen ins Roheisen, de Festigkeit, sowie die des daraus dargestellten Stabeise sie beeinträchtigen, wenn sie in grösseren Mengen vorhan sind, während sie die Eigenschaften des Stahls [7]) (indis Wootzstahl) theilweise, wie Aluminium, verbessern so Während STODDART und FARADAY in solchem Stahl 0, bis 0,69 % Aluminium fanden, hat dasselbe darin von an Analytikern überall nicht entdeckt werden können. N GRUNER und LAN [8]) verhindert die Erhöhung des K zuschlages zur Eisensteinsbeschickung wohl die Reduction Siliciums (S. 38), begünstigt aber die des Aluminiums, Ma

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 115.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 28.
3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 108.
4) DINGL. Bd. 117. S. 395.
5) B. u. h. Ztg. 1862. S. 408.
6) KARST., Arch. 1 R. IX, 417.
7) KARST., Arch. 1 R. VIII, 193. — DINGL. Bd. 134. S. 157.
8) B. u. h. Ztg. 1862. S. 254.

siums und Calciums, welche der Zähigkeit des Roheisens mehr schaden, als man gewöhnlich glaubt. Man hat in englischen Roheisensorten 0,5—1 % Aluminium, in schwedischen bis 1,5 % Calcium und Magnesium und 0,75 % Aluminium gefunden. Königshütter Roheisen enthält 0,258 % Calcium (S. 34), Müsener Siegeleisen (S. 9) alle diese Metalle. Nach LOHAGE [1]) hat bei der Gussstahlfabrikation ein Zusatz von Thonerde einen grossen Einfluss auf das Korn und den Lüstre des Stahls, indem sich neben Siliciummangan Siliciumaluminium bildet, welche sich aus dem flüssigen Stahl oberflächlich abscheiden. Das anscheinend reine Aluminium des Handels enthielt nach DUMAS [2]) 0,47—0,7 % Silicium und 3,37—6,8 % Eisen, was auf die Verwandtschaft von ersteren beiden Stoffen deutet.

SCHAFHÄUTL [3]) fand beim Auflösen grauen Roheisens beim Graphit Aluminium in Gestalt von glänzenden weissen Schüppchen und höchstens einen Aluminiumgehalt von 1,01 % (Bd. I. S. 772, 775). Während nach demselben [4]) im grauen Roheisen Kieseleisen und Aluminiumeisen characteristische Bestandtheile sind, so enthält Stahl als solche Kohlenstoffkiesel, Kohlenstoffkupfer und Kohlenstoffarsen.

Alkalimetalle.

14) Alkalimetalle (Kalium, Natrium), aus der Asche des Brennmatrerials (Bd. I. S. 237, 291), einem Alkaligehalt des Zuschlagskalks oder der Eisensteine (mancher Kohleneisensteine) etc. reducirt und nach LIPPERT [5]) mit dem Eisen legirt, wirken nach TISSIER [6]) in der Weise günstig beim Frischen des Roheisens, dass sie sich mit Schwefel, Phosphor und Arsen direct verbinden und abscheiden, im oxydirten Zustande aber Silicium und Kohlenstoff oxydiren. Von dieser reinigenden Wirkung eines Alkaligehaltes soll die bessere Qualität des Frischeisens aus Holzkohlenroheisen im Vergleich zum Koksroheisen mit herrühren. Zu Witkowitz [7]) erhielt man bei Zuschlägen von Kochsalz wegen dessen Flüchtigkeit keine besondere Wirkung auf die

[1]) B. u. h. Ztg. 1861. S. 160.
[2]) WAGNER's Jahresber. 1859. S. 3.
[3]) ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 67. S. 257.
[4]) PRECHTL, technol. Encykl. XV, 368.
[5]) FRESENIUS' Ztschr. f. analyt. Chem. 2. Jahrg. S. 39.
[6]) DINGL. Bd. 160. S. 122. Bgwfd. XX, 740.
[7]) Leoben. Jahrb. 1861. X, 331.

Qualität des Eisens; auch blieb ein Abstechen des Roheisens auf Kochsalz, Soda oder Potasche ohne Erfolg.

FRESENIUS hat neuerdings im Siegener Spiegeleisen (S. 9) den Gehalt an Alkalimetallen bestimmt.

Chemische Constitution der Roheisenarten.

Analysen [1]) von weissen und grauen Roheisensorten haben ergeben, dass deren Kohlenstoffgehalt gleich sein kann, wonach das verschiedene physikalische Verhalten derselben in der Quantität des vorhandenen Kohlenstoffs nicht allein seinen Grund hat. Dieser ist nun hauptsächlich in dem verschiedenen allotropischen Zustande des Kohlenstoffs im Roheisen zu suchen, auf welchen z. B. das Verhalten der verschiedenen Roheisenarten zu Säuren (S. 30), zu flüssigem Zinn und zu Wolframsäure (Bd. I. S. 767) deutet.

Man unterscheidet danach chemisch gebundenen Kohlenstoff und mechanisch gebundenen Kohlenstoff oder Graphit, welch ersterer nur allein in den weissen Roheisenarten meist in Quantitäten von 3—5,93 % (S. 6) vorkommt, während die grauen Sorten (S. 21) beide Modificationen des Kohlenstoffs, zusammen 3,15—4,65 %, und davon 2,57—3,75 % als Graphit enthalten.

Für das weisse Roheisen galt früher die Ansicht, dass der darin enthaltene Kohlenstoff mit der ganzen Masse des Eisens, jedoch nicht in bestimmtem Verhältnisse verbunden sei, während KARSTEN, BERTHIER u. A. annahmen, im grauen Roheisen sei ein verhältnissmässig kleiner Theil Eisen mit Kohlenstoff zu einem Polycarburet [2]) verbunden, welches die übrige Eisenmasse im Zustande des weichen ductilen Eisens aufgelöst enthalte. KARSTEN [3]) hat später diese Ansicht ge-

1) Neuere Methoden zur Roheisenanalyse: WÜRTEMBERGER in KARST. Arch. 2 R. XXV, 235. — MORFITT und BOOTH in ERDM. J. f. pr. Chem. Bd. 61. S. 30; B. u. h. Ztg. 1854. S. 107. — v. KOBELL in DINGL. polyt. J. Bd. 145. S. 155. — LÖWE in DINGL. polyt. J. Bd. 148. S. 432. — BUCHNER in Polyt. Centr. 1858. S. 59. — WEIL in Ztschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1861. S. 224; Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 114. S. 507. — ULLGREN in Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 124. S. 59. — NICLES in DINGL. polyt. J. Bd. 166. S. 279. — RICHTER im Leoben. Jahrb. 1861. X, 496. — ABEL in DINGL. polyt. J. Bd. 167. S. 291. — LIPPERT in FRESENIUS' Ztschr. 2. Jahrg. S. 39.

2) KARST., Arch. 1 R. VIII, 3.

3) KARST., Arch. 2 R. XXI, 500.

ändert und auch SCHAFHÄUTL [1]) hat nachgewiesen, dass das Polycarburet wohl nur ein mit anderen Stoffen (Eisen, Schwefel, Silicium, Arsen) verunreinigter Graphit sei.

Auf Grund vorhandener zuverlässiger Analysen ist das höchstgekohlte Spiegeleisen für Viertelkohleneisen, Fe^4C, zu halten, welches nach GURLT (S. 9) beim Erhitzen bis zu einem gewissen Grade und bei langsamer Abkühlung in ein Gemenge von Achtelkohleneisen Fe^8C (problematisch S. 23) und Graphit übergeht, entsprechend der Zusammensetzung des grauen Roheisens. Bei minder hohen Schmelztemperaturen scheidet sich weniger Graphit aus dem höchst gekohlten Eisen aus und die entstehenden Gemenge von Fe^4C und Fe^8C mit geringerem Graphitgehalt sind durch das halbirte Roheisen repräsentirt. Solche Gemenge finden sich auch, aber ohne Graphitgehalt, in den kohlenstoffärmeren luckigen und blumigen Flossen (S. 16), bei deren Bildung wegen mangelnder Temperatur und zu kurzen Verweilens in den Kohlungs- und Schmelzzone sich das Eisen nicht völlig mit Kohlenstoff sättigen konnte.

Während man die ausser Kohlenstoff im Roheisen vorkommenden fremden Substanzen (Schwefel, Phosphor, Silicium, Mangan etc.) früher für zufällige Beimengungen ansah, so scheinen sie, entweder das electropositive Eisen (Mangan, Erd- und Alkalimetalle) oder den electronegativen Kohlenstoff (Silicium, Phosphor, Schwefel etc.) vertretend, bestimmte chemische Verbindungen einzugehen, über deren Natur und Wirkungsweise auf die Eigenschaften des Roheisens noch Vieles aufzuhellen ist.

GURLT berechnet eine Reihe der zuverlässigsten Roheisenanalysen (Bd. I. S. 769 u. f.) auf Verbindungen von $(Fe, Mn)^4C$, Fe^8C, $(Fe, Mn)^4Si$, $(Fe, Mn)^4P$, $(Fe, Mn)^8S$ etc.

Es scheinen aber auch, und darüber sind die Untersuchungen noch nicht geschlossen, diese fremden Beimengungen sich unter einander zu verbinden und dann dem Eisen, je nach ihrem Verbindungszustande, verschiedene Eigenschaften zu ertheilen, so dass die Unterschiede zwischen

---

1) ERDM., J. f. pr. Chem. XIX, 159, 408; XX, 465; XXI, 129.

den Roheisen- und Stahlarten nicht allein in dem verschiedenen Kohlenstoffgehalt zu suchen sind.[1])

Ganz abweichende Ansichten über die Constitution der Eisencarburete sind von JULLIEN[2]), CROSSLEY[3]) u. A. aufgestellt.

Grenze zwischen Roheisen, Stabeisen u. Stahl.

Zwischen diesen Carbureten bestehen in Betreff der chemischen Zusammensetzung keine scharfen Grenzen, sondern der Unterschied ist nur in der Art der Darstellung und den besonderen Eigenschaften eines jeden Productes zu suchen.

KARSTEN nennt die Verbindung so lange Roheisen, als sie in der Kälte undehnbar ist und sich bei langsamer Abkühlung noch Graphit abscheidet, was bei einem summarischen Kohlenstoffgehalt von 2,25 — 2,3 % noch geschieht, so dass hier die Grenze zwischen Roheisen und Stahl liegt. Durch Anwesenheit von Schwefel, Phosphor und anderen Substanzen, welche beim Erstarren das Weisswerden des Roheisens befördern, kann aber die Abscheidung von Graphit verhindert werden, und sie tritt erst dann ein, wenn man das Product etwa 48 Stunden, ohne zu schmelzen, der Rothglühhitze aussetzt.

Der Stahl, durch seine Schmelzbarkeit, Schweissbarkeit und Härtbarkeit bei plötzlichem Abkühlen characterisirt, ist bei 1,75 % Kohlenstoff nur noch wenig schweissbar, bei 1,9 % kaum schmiedbar und zerfällt bei 2 % unter dem Hammer, indem er in unschweissbares Roheisen übergeht. Bei 1,4 bis 1,5 % Kohlenstoff scheint der Stahl seine grösste Festigkeit und Härte zu haben, welche letztere zwar bei zunehmendem Kohlenstoffgehalt grösser wird, wogegen Schweissbarkeit und Festigkeit abnehmen. Bei abnehmendem Kohlenstoffgehalt behält der Stahl seine Schweissbarkeit bei, wird aber immer schwerschmelziger und weniger hart nach dem Ablöschen, bis er bei weniger als 0,5 % Kohlenstoffgehalt in Stabeisen übergeht, welches durch Schweissbarkeit, Weichheit nach dem plötzlichen Ablöschen und Unschmelzbarkeit characterisirt ist. Eisen mit 0,5 — 0,65 % Kohlenstoff ist ein sehr

1) FREMY in DINGL. polyt. J. Bd. 158. S. 209.
2) Dessen Eisenhüttenkunde, deutsch v. HARTMANN. 1861. S. 10.
3) Min. and smelt. magazine IV, 157.

weicher Stahl. Das Stabeisen wird um so weicher, je geringer sein Kohlenstoffgehalt (bis 0,08 %).

Wie bereits angeführt, erleiden diese Grenzen durch Beimischung oft schon geringer Mengen fremder Substanzen Modificationen.

I. Abschnitt.

Darstellung von Roheisen aus den Eisenerzen.

Erstes Kapitel.

Schmelzmaterialien.

§. 3. Allgemeines. Zu den Schmelzmaterialien gehören die Eisenerze, manche eisenhaltige Substanzen, — welche entweder für sich (Eisenfrisch-, Zerrenfeuer-, Schweissofen- und Puddelschlacken) oder gemeinschaftlich mit Eisenerzen (die genannten Schlacken, Bohr- und Drehspäne, sowie Bruchstücke von Roheisen, Schmiedeeisenabfälle, Glühspan etc.) dem Hohofen übergeben werden — Zuschläge und Brennmaterialien.

Materialien.

A. Eisenerze und deren Vorbereitung.

§. 4. Classification. Man bezeichnet mit Eisensteinen oder Eisenerzen solche Fossilien, welche in dem Grade eisenhaltig und frei von schädlichen Beimengungen sind, dass daraus ein brauchbares Product mit ökonomischem Vortheil gewonnen werden kann. Während sich die edlen Metalle mehr in der Nähe des Aequators befinden, so ist das Eisen vorzüglich im Norden und in den gemässigten Zonen in grossen Massen angehäuft. Je näher manche Eisenerze an der Oberfläche vorkommen, um so gutartiger zeigen sie sich beim Verschmelzen. Wo Erze und Brennmaterialien sich nicht zusammen finden, hängt die Entscheidung der Frage, ob man vortheilhafter die Kohlen zum Eisenstein oder letz-

Begriff von Eisenerz.

Vorkommen.

teren zu ersterem schaffen soll, von Lokalverhältnissen, namentlich von den Transportkosten, den Arbeitslöhnen, der Belegenheit des Eisenmarktes etc. ab.[1]) Man verlässt z. B. in Frankreich und England immer mehr den alten empyrischen Grundsatz, dass man die Kohlen zu dem Erze bringen müsse, und versendet unter Anderm die Cumberländer Rotheisensteine in ganz England.

Eintheilung der Eisenerze.

In chemischer Hinsicht lassen sich die eisenhaltigen Schmelzmaterialien wie folgt classificiren:

Eisenoxyde.

1. Eisenoxyde, und zwar:

Magneteisensteine. Schmelzverhalten.

a) Magneteisensteine, $\dot{Fe}\,\bar{\bar{Fe}}$ mit 31 $\dot{Fe}$, 69 $\bar{\bar{Fe}}$ und 72,4% metallischem Eisen, im Allgemeinen schwierig zu verschmelzen, weil sie bei ihrer grossen Dichtigkeit zur Reduction und Kohlung weniger geneigt sind, beim Rösten leicht sintern und auch im Hohofen vor der Reduction schmelzen können und bei unvollständiger Reduction leichtflüssige eisenhaltige Schlacken geben, wozu ihr Gehalt an Eisenoxydul besonders beiträgt. Ihre Verhüttung[2]) erfordert eine sorgfältige, nöthigenfalls mehrmals wiederholte Röstung bei niedriger Temperatur (Altenauer Eisenhütte), stärkere Zerkleinerung und Verschmelzen bei bedeutendem Kalkzuschlag und grosser Kohlungszone (hohem Obergestell) des Hohofens. Der grössere Kalkzuschlag verhütet die Bildung von sauren, zur Aufnahme von Eisenoxydul geneigten Schlacken, macht die Beschickung strengflüssiger und in Folge dessen den Gichtenwechsel weniger beschleunigt, so dass eine längere Einwirkung der reducirenden und kohlenden Agentien stattfinden kann. Bei dem längeren Wege durch das hinreichend hoch zu nehmende Obergestell kann durch die unmittelbare Berührung mit glühenden Kohlen die etwa noch unvollkommene Kohlung des Eisens beendigt werden. Danach wird wegen der Strengflüssigkeit der Beschickung aus den Magneteisensteinen meist ein graues oder halbirtes Roheisen dargestellt, welches bei sonstiger Reinheit der Erze ein ausgezeichnetes Material für die Giesserei sowohl (schwedi-

1) Berggeist 1858. S. 578, 645, 661.
2) Hartmann, Fortschr. III, 147.

sches Kanoneneisen), als auch für den Frischprozess liefert (Danemoraeisen).

Einfluss fremder Beimengungen.

Durch Beimengungen von fremden erdigen und metallischen Substanzen können die Schwierigkeiten beim Zugutemachen der Magneteisensteine gesteigert oder vermindert werden. Das günstigste Verhalten zeigen von Schwefel- und Phosphorverbindungen (Schwefel-, Magnet-, Kupfer-, Arsenkies, Zinkblende, Bleiglanz, Apatit etc.) freie und mit Silicaten etc. (Chlorit, Hornblende, Granat, Schörl, Quarz, Manganschaum, Talk, Gneiss, Kalkspath etc.) gemengte Erze von gleichmässig körniger Textur, indem dieselben, in dem erwünschten Verhältnisse die schlackengebenden Bestandtheile neben einem Mangangehalt enthaltend, bei niedrigerer Temperatur unter Anwendung kalter Gebläseluft schmelzen, wenig Erdbasen, namentlich wenig Silicium aufnehmen und ein stark halbirtes, oft strahliges bis spieglichtes, seltener schwach halbirtes oder graues Roheisen geben, welches zur Stahl- und Stabeisenbereitung ausgezeichnet ist (schwedisches Danemoraeisen [1]) zur Cementstahlfabrikation). Talkschieferige Beimengungen im Erze, wie sie im Eisenglimmerschiefer, Itabirit und Catawbarit in Nordcarolina [2]) vorkommen, machen dasselbe sehr strengflüssig.

Enthält der Magneteisenstein meist nur Quarz in gröberen Körnern beigemengt, so ist derselbe zwar strengflüssiger, aber es lässt sich die anfangs nicht ganz zu vermeidende Verschlackung von oxydirtem Eisen und die Einwirkung desselben auf bereits gebildetes Kohleneisen dadurch wieder aufheben, dass man den Ofengang hitzig führt. So erzeugt man aus den schwedischen Ferolaerzen (Magneteisenstein mit groben Quarzkörnern nebst etwas Oligoklas, Amphibol und Schwefelkies) zu Finspong ein zum Kanonenguss sehr taugliches halbirtes und siliciumreicheres Roheisen [3]), dessen Siliciumgehalt aber durch einen Mangangehalt gemässigt wird. Der in Folge schwacher Röstung

1) Prechtl, technol. Encykl. XV, 378, 418. — Tunner, das schwedische Eisenhüttenwesen. 1858. S. 12. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 361.
2) B. u. h. Ztg. 1857. S. 242; 1860. S. 9.
3) B. u. h. Ztg. 1857. S. 262, 269.

in der Beschickung bleibende Schwefelgehalt macht das Rol eisen fester (S. 45).

Ungleich schwieriger gestaltet sich der Schmelzprozes wenn das Erz durch sehr innige, mit blossen Augen nich sichtbare Beimengung von Quarz in kieseligen Magnet eisenstein (z. B. am Spitzenberge bei Altenau am Harze übergeht, welcher sowohl beim Rösten, als beim Schmelze die grösste Neigung zur Verschlackung zeigt, deshalb zwei mal in schwacher Hitze geröstet und nur in verhältnissmässi geringer Menge den anderen Erzen zugeschlagen wird. Di Qualität des erfolgenden Roheisens nimmt um so mehr al je mehr sich von den oben genannten schwefel- und phospho haltigen Mineralien im Eisenstein befinden. Die Verunrein gung durch dieselben, z. B. durch Kupferkies, geht oft s weit, dass er nicht schmelzwürdig ist (Schwarzenberg i Sachsen, Traversella in Piemont, woselbst electromagn tische Aufbereitung).

Gewöhnlich sind die Magneteisensteine nicht manga reich; ist dieses aber der Fall, z. B. bei manchen schwed schen Erzen (Petäng), so geben sie bei sonstiger Reinhe ein ausgezeichnetes Frischroheisen.

Vorkommen. Der Magneteisenstein, weniger häufig vorkommend, a Roth- und Brauneisensteine, findet sich seltener gang-, a stock- und lagerförmig in vulkanischen und plutonischen G birgsmassen, z. B. in Schweden für sich (Danemoraerze mit 60—70 % Eisen) oder im Gemenge mit Eisengla (Berg- oder Schwarzerze von Wermland, Nerike etc.), No wegen[2]) (Arendal), am Ural[3]), in Schlesien[4]) (Schmied berg, Schreckendorf), Thüringen, Harz (Altenau[5]), Rada

1) Erdm., J. f. ökon. Chem. III, 1; V, 351; VII, 81. — Bgwfd. VI 293. — B. u. h. Ztg. 1847. S. 96; 1857. S. 361, 366, 373; 18 S. 111. — Tunner, das Eisenhüttenwesen Schwedens. 1858. S. 11. Cotta's Erzlagerst. II, 531. — Berggeist 1858. S. 101; 1859. S.

2) Cotta's Erzlagerst. II, 518.

3) Cotta's Erzlagerst. II, 542.

4) Cotta's Erzlagerst. II, 224. — Hartm. allgem. b. u. h. Ztg. 18 S. 231. — Hartmann's Fortschr. III, 145. — Berggeist 1860. S. 442. Preuss. Ztschr. I. Bd. 198.

5) Stünkel, Eisenbergwerke u. Eisenhütten am Harze. Götting. 18 S. 117. — Berggeist 1860. S. 827.

thal, Büchenberg), Oesterreich[1]), Piemont[2]) (Traversella), Pensylvanien[3]), Bengalen[4]), Canada, Algerien etc. In England[5]) findet sich etwas phosphorhaltiger Magneteisenstein in Cärnaroon; besser scheint der neuerdings in North-Yorkshire aufgefundene zu sein.

Dem Magneteisenstein ähnlich, sind hier und da wohl als Eisenerze benutzt:

Titaneisenstein.

α) Titaneisenstein, eine chemische Verbindung von $m\bar{F}e + n\ddot{T}i$ in verschiedenen Verhältnissen, mit geringen Mengen anderer Substanzen, namentlich mit $\dot{M}n$, $\dot{C}a$, $\dot{M}g$ und $\ddot{S}i$. Zu Avellino im Neapolitanischen wird ein solcher sandiger Eisenstein in Luppenfeuern verarbeitet, und ein in grossen Massen an der Küste von New-Plymouth, Provinz Taranacki[6]) in New-Seeland — nach FREYTAG 27,53 $\dot{F}e$, 66,12 $\bar{F}e$ und 6,17 $\ddot{T}i$, nach Anderen 88,45 $\bar{F}e$ und 11,43 $\ddot{T}i$, nebst $\ddot{S}i$ und eine Spur Mn enthaltend — vorkommender Titaneisensand liefert 61 % Eisen von bester Qualität, welches einen ausgezeichneten Cementstahl (Mushets Taranacki-Stahl) mit 98,66 Fe, 0,87 C und 0,32 Ti giebt (S. 57). Dieser Sand ist schon seit längerer Zeit in England[7]) zugutegemacht. Auch setzt man wohl titanhaltige Mineralien beim Verschmelzen titanfreier Erze zu.[8]) Man erzeugt dann ein graues Roheisen, weil bei weissem das meiste Titan in die Schlacke geht. — Der Titaneisensand von Egersund im südlichen Norwegen enthält bis ½ % Zinnoxyd.

1) Oesterr. Ztschr. 1854. S. 221. — Leob. Jahrb. 1861. X, 371. — v. HAUER, die wichtigsten Eisenerz-Vorkommen in der österr. Monarchie und ihr Metallgehalt. Wien. 1863.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 101.
3) DINGL. Bd. 158. S. 210.
4) B. u. h. Ztg. 1863. S. 19.
5) B. u. h. Ztg. 1862. S. 355.
6) B. u. h. Ztg. 1862. S. 118, 191, 375, 412. — Verhandlungen der naturwissensch. Gesellsch. v. Rheinl. u. Westph. 1861. Bd. 18. S. 77.
7) Polyt. Centr. 1854. No. 3.
8) B. u. h. Ztg. 1860. S. 143; 1863. S. 16, 51.

Franklinit

β) Franklinit $(\dot{F}e, \dot{Z}n)^3 (\ddot{F}e, \ddot{M}n)$, gewöhnlich mit Rothzinkerz und Eisenoxyd gemengt. Derselbe enthält bei einer Zusammensetzung von

$$\left.\begin{array}{l} {}^7/_{12}\ \dot{F}e^3 \\ {}^5/_{12}\ \dot{Z}n^3 \end{array}\right\} \begin{array}{l} {}^2/_3\ \ddot{F}e \\ {}^1/_3\ \ddot{M}n \end{array}$$

44,73 Fe, 9,33 Mn und 21,07 Zn.

Dieses Mineral findet sich zwischen Franklin und Stirling im Staate New-Jersey[1]) (Nordamerika) in grösseren Massen, und wird theils für sich meist auf weisses Roheisen oder Spiegeleisen (S. 10) verschmolzen[2]), theils wegen seines Mangangehaltes zur Verbesserung des Roheisens beim Verschmelzen unreiner Eisenerze zugeschlagen.[3])

Hämatit.

b) Hämatit, $\ddot{F}e$ mit 69,34 % Fe, kommt in zwei, durch genetische Verhältnisse bedingten Modificationen als Eisenglanz und Rotheisenstein vor, welche einen Einfluss auf die Molekularzustände ausüben; daher die Unterschiede in Dichtigkeit, Glanz und Farbe.

Eisenglanz.

Schmelzverhalten.

α) Eisenglanz, dicht, metallisch glänzend, stahlgrau, mit kirschrothem oder rothbraunem Striche, öfters krystallisirt, gewöhnlich reiner als Magneteisenstein und bei dem meist fehlenden Mangangehalt, der grossen Dichtigkeit und deshalb schwierigeren Reducirbarkeit geneigt, ein graues, weiches, zähes Eisen zu geben, welches, bei Holzkohlen dargestellt, vorzugsweise zur Fabrikation von Stahl und Schmiedeeisen dient (Insel Elba). Soll weisses Eisen daraus erzeugt werden, so bedarf es manganhaltiger Zuschläge (Fellonica auf der Insel Elba). Die nicht sehr häufigen Hauptablagerungen von Eisenglanz finden sich hauptsächlich im Norden (Schweden, Lappland, Ural) für sich oder in Gesellschaft mit Magneteisenstein (S. 66), in Deutschland (z. B. am Büchenberge am Harze) wenig, in bedeutender Menge

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 468.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 465. — Tunner, Ber. über die Londoner Ind.-Ausst. v. 1862. S. 42.
3) Schles. Wochenschr. 1859. No. 20. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 37.

aber auf der Insel Elba[1]), wo derselbe mit Quarz, Eisenkies, etwas Brauneisenerz und Psilomelan im Glimmerschiefer vorkommt und gleichzeitig leicht reducirbar, reich und leichtschmelzig[2]) ist. Die krystallisirten, blättrigen und körnigen Varietäten begleiten nicht selten schuppige (Eisenglimmer), z. B. im Talkschiefer Nordcarolina's.[3])

Rotheisenstein.

β) Rotheisenstein, weniger dicht, als Eisenglanz, stahlgrau bis braunroth, Strich blutroth, krystallinisch, faserig (Glaskopf), schuppig (Eisenrahm) und gewöhnlich derb. Wegen seiner Dichtigkeit und des meist fehlenden Mangangehaltes ist derselbe zur Bildung von grauem, zähem und weichem Roheisen sowohl für die Giesserei, als die Stabeisenfabrikation geneigt, während der Eisenoxydulgehalt des Magneteisensteins die Bildung einer denselben theilweise aufnehmenden und auf das Roheisen entkohlend wirkenden Schlacke (Kochschlacke) begünstigt. Es kommen jedoch auch, aber wie bemerkt selten, manganreiche Rotheisensteine vor, z. B. wird zu Ulverstone[4]) ein solcher mit 50% Manganoxydul verschmolzen. Als erdige Begleiter treten meist Quarz, Kalkspath, Chlorit, Eisenkiesel, Jaspis, Chalcedon, Hornstein, Hornblende, Feldspath, Schwerspath etc. auf, als metallische: Titanmineralien, Schwefelkies etc.

Schmelzverhalten.

Die Rotheisensteine stehen hinsichtlich der fremden schädlichen Beimengungen (namentlich Schwefelkies und Schwerspath) den Eisenglanzen nach, aber den Magneteisensteinen meist voran, und sind je nach den erdigen Beimengungen mehr oder weniger strengflüssig.

Während ein Quarzgehalt die Strengflüssigkeit vermehrt, erleichtern Silicate, Flusspath, Kalkspath, Mergel, Braunspath, seine Zugutemaschung. Ein Kalkgehalt begünstigt beim Rösten die Auflockerung und in Folge dessen die Reduction im Ofen, ähnlich wie bei Magneteisenstein.

Vorkommen.

Der Rotheisenstein ist das Haupterz zur Eisengewinnung

1) Karst., Arch. 2 R. XVIII, 289. — B. u. h. Ztg. 1845. S. 9; 1863. S. 155. — Cotta's Erzlagerst. II, 381.
2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 213. — Scheerer, Met. II, 99.
3) B. u. h. Ztg. 1857. S. 242.
4) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 194.

in Deutschland[1]) (Nassau, Westphalen, Siegen, Harz, Sachsen, Hessen, Waldeck, Böhmen, Würtemberg etc.); in England[2]) (Lancashire, Cumberland, Forest of Dean) sind nächst den Eisensteinen aus der Kohlenformation (thoniger Sphärosiderit und Kohleneisenstein) die Rotheisensteine wegen ihrer Reichhaltigkeit und Reinheit die gesuchtesten und werden nach den verschiedensten Eisenhüttendistricten Englands ausgeführt, um als anreichernder und verbessernder Zuschlag zu andern Eisenerzen zu dienen. Die kieseligen Rotheisensteine von Ulverstone in Lancashire halten 41—57, aus Sommersetshire 59, aus Cornwall und Devonshire 39—60, aus Nordwales 43 — 49 %; kalkige Eisenerze aus Forest of Dean, Lancashire und Cumberland 40—47 % Eisen. In den Eisenerzen von Ulverstone findet sich ein Zinngehalt.

Oxydhydrate.

2. Eisenoxydhydrate. Dieselben zerfallen je nach ihrem Wassergehalte, der auf das physikalische Verhalten, namentlich auch auf die Farbe einen Einfluss ausübt, in nachstehende Hauptarten von Eisensteinen:

Brauneisenstein.

a) Brauneisensteine, hauptsächlich mit braunem, seltener mit ochergelben Strich, und zwar:

Pyrrhosiderit.

α) Pyrrhosiderit, $\ddot{\bar{F}}e\,\dot{H}$ mit 62,9 % Fe, zuweilen gemengt mit $\ddot{\bar{M}}n$ und $\ddot{S}i$, blättrig (Rubinglimmer), strahlig, schuppig, haarförmig (Nadeleisenstein), faserig (Lepidokrokit). Nur letzterer ist zuweilen Gegenstand der Eisengewinnung.

Gem. Brauneisenstein.

β) Gemeiner Brauneisenstein, $\ddot{\bar{F}}e^2\dot{H}^3$ mit 59,9 Fe, faserig (Glaskopf), schlackig (Stilpnosiderit), dicht und ocherig (mulmig). Durch Umwandlung von Schwefelkies erzeugt, kommt er für sich oder mit jüngeren Eisenoxydaten (Gelbeisenstein) und häufig mit Manganerzen (Wadeisenstein, Schwarzeisenstein) vor, welche ihm die braune bis schwarze Farbe ertheilen. Als metallische Beimengungen finden sich — und davon hängt zum Theil der Werth des

1) v. Dechen, Statistik des zollv. u. nördl. Deutschlands. I, 727.
2) B. u. h. Ztg. 1854. S. 264; 1862. S. 61, 354. — Revue universelle. XII, 217. — Hartm., allgem. b. u. h. Ztg. 1863. No. 2. — Berggeist 1863. S. 196.

Erzes ab — Schwefelmetalle nicht selten (Schwefelkies, Bleiglanz, Kupferkies etc.), Galmei, Malachit etc.; von erdigen: Kalkspath, Schwerspath, Braunspath, Flussspath, Quarz, besonders häufig aber Thon (thoniger Brauneisenstein, Thoneisenstein), in letzterem Falle bald stalactitisch, kugelig und schalig (Eisennieren), bald in kleinen Kugeln und Körnern [Bohn- und Linsenerz, oolithischer Brauneisenstein.[1])] Zu den thonigen Brauneisensteinen gehören auch die Grauwacken- oder Lagereisensteine, auf deren Werth IHNE[2]) aufmerksam gemacht hat.

Die Brauneisensteine verhalten sich bei der Verhüttung sehr gutartig, verlieren beim Rösten ihr Wasser, werden dadurch porös, reduciren und kohlen sich leicht und geben dann je nach der Anwesenheit oder Abwesenheit von Mangan eine leicht- oder strengflüssigere Beschickung und in Folge dessen ein ausgezeichnetes weisses Rohstahleisen oder graues Roheisen. Ein Thongehalt macht sie zwar strengflüssiger, aber bei zweckmässiger Gattirung zur Darstellung eines guten Eisens geeignet; am strengflüssigsten und schwieriger reducirbar sind die kieseligen Brauneisensteine (englische Harterze im Gegensatz zu den Weicherzen). Besonders günstig wirkt neben einem Thongehalt ein Kalkgehalt (Stahlberg in Siegen, Mommel in Schmalkalden, Eisenerz in Steyermark, Hüttenberg in Kärnthen) auf die Schlackenbildung, so dass manche solcher Erze schon für sich eine gute Schlacke geben (selbstgehende Erze). Bei einem Phosphor- und Schwefelgehalt leiden die Eigenschaften des erzeugten Eisens; ein geringer Gehalt davon kann aber durch gleichzeitig anwesendes Mangan (S. 14) beseitigt werden. Die reineren manganhaltigen Brauneisensteine werden wohl in Frischfeuern (Pyrenäen, nördliches Spanien) direct auf Stabeisen und Stahl bearbeitet; desgleichen reducirt man in Biscaya[3]) nach GURLT's Methode sehr reine reiche Brauneisensteine mit 65 % Eisen in einem Schachtofen durch Kohlen-

1) Engl. oolith. Eisenst. B. u. h. Ztg. 1854. S. 277.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 216.
3) Berggeist 1863. No. 64.

[...]gt zu Eisenschwamm, der dann in catalonischen [...] ausgeschweisst wird.

Vorkommen.

In bedeutender Menge findet sich der Brauneisen[stein] im rheinischen Uebergangsgebirge in der Gegend von [Sie]gen in Nassau, in Steyermark, Kärnthen, [O]berschlesien (thonig[2]), Böhmen, im Fichtelgeb[irge], Hannover, Würtemberg (oolithisch), Schwarz[wald] (thonig), Thüringen, in den Pyrenäen, den bask[ischen] Provinzen von Spanien, Departement de la M[oselle] (oolithisch), Luxemburg (sandig), Belgien (thonig), [Eng]land etc. Die englischen Brauneisensteine[3] von Moore und Durham kommen mit Blei- und Zinkerz[en vor], geben leicht ein kaltbrüchiges Stabeisen und werden [...] meist zu Giessereiroheisen verwendet. Von besserer Q[ualität] finden sie sich in Wales[4], Cumberland etc.

Gelbeisenstein.

b) Gelbeisensteine, meist jüngere und wasserh[altigere] Gebilde (z. B. $\bar{F}e\ H^2$), als Brauneisenstein, mit ocher[gelbem] Striche, theils mit Brauneisenstein, theils in jüngeren [Forma]tionen als selbstständige Massen vorkommend, indem [sie theils] bei durch Zersetzung von Schwefelkies entstanden sind, [theils] sich aus eisenvitriolhaltigen Gewässern absetzen (Ra[mmels]berg), oder sich noch vor unsern Augen dadurch bilden, [dass] durch Verwesung von Vegetabilien entstehende orga[nische] Säuren aus eisenschüssigen Gesteinen gemeinschaftli[ch mit] kohlensäurehaltigem Wasser Eisen ausziehen und si[ch lös]liche Eisenoxydulsalze bilden, welche sich dann be[i Luft]zutritt als unlösliche basische Salze und Oxydhydra[te ab]scheiden (Limonite) und gewisse Bestandtheile der [...]zen, z. B. Phosphorsäure, aufnehmen. Reine Gelbeise[nsteine] kommen selten in grösseren Parthien vor, sondern [...] zur Eisenerzeugung meist in folgenden Gemengen b[...]

Thoniger Gelbeisenstein.

c) Thoniger Gelbeisenstein. Eisenoxydhyd[rat im] Gemenge mit Thon und Sand, zuweilen mit Eisen[oxydul], Manganoxydhydrat oder kohlensaurem Kalk, bald kö[...]

---

1) Cotta's Erzlagerst. I. 40; II. 92. — Berggeist 1860. S. [...]
2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 354; 1862. S. 76.
3) B. u. h. Ztg. 1854. S. 27[.]; 1862. S. [.]2. 354. — Berggeist 1863[...]
4) B. u. h. Ztg. 1862. S. 413.

losen Stücken (Bohn- und Linsenerz) oder durch Thon zusammengekittet, bald derb und erdig, bald schaalig kugelig, inwendig bisweilen hohl und mit losem Kern (Adler- oder Klappersteine).

Als Begleiter des Erzes treten auf: Schwefelmetalle (Schwefelkies, Bleiglanz, Zinkblende), Manganfossilien, Kalkspath, Braunspath, Eisenspath, Quarz, Schwerspath, Gyps, Cölestin etc. Bei seiner Entstehung aus Schwefelkies findet sich darin nicht selten ein Gehalt von basisch schwefelsaurem und arsensaurem Eisenoxyd, letzteres, wenn der Kies arsenhaltig war; auch phosphorsaures Eisenoxyd. Je nach der Grösse des Gehaltes an solchen Substanzen, die sich durch vorbereitende Arbeiten nicht immer beseitigen lassen, erfolgt bei dem häufigen Verschmelzen dieser Eisensteine ein Eisen von verschiedener Qualität, auf dessen Beschaffenheit ein Mangangehalt noch besonders einwirkt.

Vorkommen.

Thonige Gelbeisensteine finden sich z. B. im Steinkohlengebirge der Rheinlande, in Böhmen, Schlesien, Sachsen, in der Oolithformation der Wesergegend, am Harzrand, in Baden, Baiern, Würtemberg, Kurhessen, Frankreich, Schweiz, England (Clevelandeisensteine) etc.

Limonit.

β) Limonit (Raseneisenstein, Morasterz, Sumpferz, Wiesenerz, Seeerz, Ortstein, Ohr), die jüngsten Gebilde [1]), als Quellenabsätze [2]) oder durch Zersetzung von Schwefel- und Wasserkies hervortretend, Eisenoxydhydrat mit phosphorsaurem Eisenoxyd und gewöhnlich mit Manganoxydhydrat, zuweilen gemengt mit Sand, Thon, organischen Resten, Eisenkiesel; auch wohl Kalkerde, Magnesia, Chromoxyd, schwefelsaures, arsensaures und dreifach basisch quellsatzsaures Eisenoxyd enthaltend, zuweilen auch reines, gewässertes phosphorsaures Eisenoxyd (Grün- [3]) und Blaueisenstein).

---

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 61, 355. — Tunner, Bericht über die Londoner Industr.-Ausstell. v. 1862. S. 11. — Berggeist 1863. S. 196.
2) Senft, die Humus-, Marsch-, Torf- und Limonitbildung. Leipzig, 1862. — Bischoff's Geologie. I, 940.
3) Grüneisenstein vom Hollertzuge bei Siegen: B. u. h. Ztg. 1863. S. 257.

Die Erze kommen auf ihrer ursprünglichen Bildungsstätte oder von derselben durch fliessende Gewässer in Landseen etc. geführt (schwedische Seeerze) vor, und zwar entweder in einzelnen kleineren Stücken von verschiedener Form und Grösse bis zum mulmigen und erdigen Zustande, oder in zusammengekitteten Klumpen und Lagen von abweichender Stärke, sowie in festen löcherigen Schalen von geringer Dicke, mit mehr oder weniger Sand gemengt.

Schmelzverhalten.

Wegen ihres Mangan- und Phosphorgehaltes sind diese Erze sehr leichtschmelzig und geneigt, weisses Eisen zu geben, welches dann ein kaltbrüchiges Stabeisen liefert. Man verblässt deshalb die phosphorhaltigeren meist bei höherer Temperatur auf graues dünnflüssiges Giessereiroheisen [1]) (S. 48) und benutzt nur das phosphorärmere Roheisen, und dann meist mit anderen Roheisensorten vermengt, auf Frischeisen (Bd. I. S. 772. No. 25.)

Bei vorwaltendem Mangan- und nur geringem Phosphorgehalt lassen sich die Raseneisensteine indessen auch auf weisses strahliges oder spiegelichtes Frischereiroheisen verschmelzen, z. B. manche schwedische Seeerze [2]) mit bis 20 % Mangan. Ein hauptsächliches Hinderniss bei Verhüttung der Limonite bildet oft die reichliche Beimengung von Sand, welcher sich nur durch Absieben vom trocknen Erz trennen lässt. Welkner [3]) hat einen mit einer Siebvorrichtung verbundenen Gastrockenofen zur Alexishütte bei Lingen construirt; zur Tangerhütte [4]) werden die Erze durch eine Röstsiebarbeit auf 70 % des ursprünglichen Volumens zurückgeführt. Die auf der Hütte zu Meppen [5]) mit Koks verschmolzenen Raseneisensteine sind entweder sandig oder phosphorsäurehaltig oder beides zugleich, und es ist die möglichst sorgfältige Reinigung der Erze von Sand Hauptbedingung mit für die Lebensfähigkeit des Werkes.

1) B. u. h. Ztg. 1853. S. 870. — Karst., Arch. 1 R. XV, 3, 28, 60. — Preuss. Ztschr. III, A. 179. — Scheerer's Metallurgie. II, 113. — Tunner, das Eisenhüttenwesen in Schweden. 1858. S. 12.
2) Tunner, Bericht über die London. Ind.-Ausst. v. 1862. S. 20.
3) B. u. h. Ztg. 1863. S. 61. (Analyse 1861. S. 348.)
4) Hartmann, Fortschr. 1858. S. 96.
5) Hartmann, Fortschr. 1862. S. 115.

Vorkommen.

Die Raseneisensteine finden sich in reichlicher Menge im östlichen und nördlichen Deutschland [1]) (Schlesien, Lausitz, Pommern, Mark Brandenburg, Lüneburg, Westphalen etc.), in Schweden, Russland, Holland, Dänemark, England etc.

Eisencarbonate.

3) Eisencarbonate, entweder im reinen Zustande (Spatheisenstein) oder gemengt mit Thon (Thoniger Sphärosiderit) oder Steinkohle (Kohleneisenstein).

Spatheisenstein.

a) Spatheisenstein, Stahlstein, Flinz, $\dot{F}e\ddot{C}$ mit 48,2 % Fe, mit mehr oder weniger (bis 20 %) kohlensaurem Manganoxydul und fast stets mit kohlensaurer Kalk- und Talkerde zu $(\dot{F}e, \dot{M}n, \dot{C}a, \dot{M}g)\ddot{C}$ verbunden.

Bei fasriger Structur nennt man das Erz Sphärosiderit und wenn sich dasselbe durch Einwirkung der Atmosphärilien in der Grube oder am Tage unter Verlust an Kohlensäure und Aufnahme an Wasser höher oxydirt und in Folge dessen sich Farbe, Glanz, Structur, specifisches Gewicht und Festigkeit mehr oder weniger verändert hat, Blau- oder Braunerz, reifer Spatheisenstein im Gegensatz zu unverwittertem unreifen Eisenspath oder Weisserz. Allmälig gehen solche Erze in Brauneisenstein über. Der Eisenspath findet sich bald rein (Müsen, Vordernberg), bald im Gemenge mit Kalkspath, Flussspath, Schwerspath, Quarz, Roth- und Brauneisensteinen, Manganerzen und verschiedenen Schwefelmetallen (Eisen-, Kupfer-, Arsenkies, Bleiglanz, Silber-, Kobalt- und Nickelerzen etc.). Zuweilen enthält das Erz die zur Schlackenbildung erforderlichen Erden (Westphalen). [2])

Schmelzverhalten.

Reiner oder kalkiger Spatheisenstein, wie er z. B. im Stahlberge bei Müsen, in Thüringen, Steyermark und Kärnthen vorkommt (v. Dechen c. l., v. Cotta c. l.), neuerdings auch in England [3]) sorgfältiger gefördert und in

1) v. Dechen, Statistik d. zollv. u. nördlichen Deutschl. I, 747. — Zeitschr. d. Ver. deutsch. Ingen. Bd. II. Hft. 1—3. — Berggeist 1860. S. 827.
2) Berggeist 1858. S. 65.
3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 62, 354. — Tunner's Ber. üb. d. London. Ind.-Ausstell. 1862. S. 13. — Berggeist 1863. S. 195.

Westphalen[1]) mit Kohleneisenstein auf graues Eisen verschmolzen wird, wird wegen seines fast nie fehlenden Mangangehaltes, welcher die Beschickung leichtflüssig macht, und im gerösteten Zustande wegen seiner leichten Reducirbarkeit und Kohlung meist zur Darstellung von Spiegeleisen (Rohstahleisen), sowie luckigen und blumigen Flossen (S. 16) benutzt, ausgezeichnet zur Darstellung von Stahl- und Stabeisen.

Kommen geringe Mengen Schwefel im Erz vor, so werden dieselben meist durch den gleichzeitigen Mangangehalt beseitigt und man kann daraus noch ein für das Frischen ausgezeichnetes weisses Roheisen erblasen. (Gitteldesche Hütte am Harze). Bei grösserem Schwefelgehalt muss bei höherer Temperatur unter Kalkzuschlägen und bei erhitzter Gebläseluft graues Roheisen daraus dargestellt werden. Ein grösserer Gehalt an kohlensaurer Magnesia, welcher zuweilen bis $^1/_3$ des Ganzen steigt, macht den Eisenstein strengflüssiger und befördert die Bildung von grauem Roheisen. Der Gehalt an kohlensaurem Kalk steigt selten über 5%.

Im rohen Zustande, namentlich als sogenanntes Weisserz, reducirt sich der Spatheisenstein weniger leicht, und bei seiner Leichtflüssigkeit in Folge des Mangangehaltes kann sich Eisenoxydul verschlacken; auch verliert derselbe seine Kohlensäure erst bei einer so hohen Temperatur, dass nach dem Entweichen derselben schon Schmelzung eintritt, bevor die Reduction völlig vollendet. Im verwitterten oder noch besser im gerösteten Zustande reducirt und kohlt er sich wegen seiner Porosität leicht und das höher oxydirte Eisen (Eisenoxyd) ist weniger zur Verschlackung geneigt. Das Roheisen wird bei Anwendung von rohem Eisenspath manganhaltiger, als von verwittertem oder geröstetem (S. 13).

Eine bedeutende Beimengung von Quarzsand bei gleichzeitig fehlendem Mangangehalt macht die Erze, z. B. die Karpathensphärosiderite[2]), Erze aus dem englischen Mühlen-

1) B. u. h. Ztg. 1857. Nr. 36; 1858. Nr. 28. — Berggeist 1857. Nr. 41; 1858. Nr. 5.

2) Haidinger's naturwissenschaftl. Abhandl. III. Bd. 1. Abth. S. 106. — Oester. Ztg. 1857. S. 278.

sandstein [1]) etc. sehr strengflüssig und zwingt zur Darstellung von grauem Roheisen, insofern man nicht zur Erzeugung von weissem Eisen Manganerze in die Beschickung bringt.

Thoneisenstein.

b) Thoniger Sphärosiderit, Thoneisenstein. Ein derber, mit Thon, Quarzsand, Mergel etc. gemengter Spatheisenstein, welchen zuweilen Eisenspath, Kalkspath, Schwerspath, Quarz, Eisen- und Kalkphosphat, Schwefelkies, Zinkblende, Bleiglanz etc. begleiten. Bei seinem Vorkommen in den unteren Schichten der Steinkohlenformation fehlt ein Gehalt an Bitumen selten, sowie auch ein bis 7 % und mehr steigender Mangangehalt. Durch Verwittern gehen diese Eisensteine allmälig in thonigen Gelb- und Brauneisenstein, bei stattgehabter Einwirkung der Hitze in thonigen Rotheisenstein über.

Schmelzverhalten.

Diese Eisensteine reduciren sich schwierig, bedürfen deshalb einer guten Abröstung und Verwitterung, namentlich wenn sie Kiese enthalten, und veranlassen je nach ihrem Mangangehalt bald die Entstehung eines weissen, bald eines grauen Eisens.

Vorkommen.

Sie finden sich in den Steinkohlenformationen Oberschlesiens, Westphalens, Saarbrückens, Englands, Schottlands, Nordamerika's etc. und werden häufig verschmolzen.

Die englischen Thoneisensteine [2]) halten durchschnittlich 30—33 % Eisen, 15—25 % Thon, geringe Mengen Schwefel (in Blende, Bleiglanz, Kupferkies oder Schwefelkies) und stets 0,003—0,005 % Phosphorsäure, deren schädlicher Einfluss aber durch das stets vorhandene Mangan gemildert wird. Die Erze von Südwales enthalten 20—47, in Staffordshire 29—38, in Derbyshire 42, in Yorkshire 31,6, in Schottland 28—41 % Eisen.

Kohleneisenstein.

c) Kohleneisenstein, Blackband, ein Gemenge von Spatheisenstein mit Kohle und Schieferthon, flötzartig in den oberen Gebilden der Steinkohlenformation abgelagert. Derselbe hat fast dieselbe Zusammensetzung, wie der thonige Sphärosiderit ($\dot{\bar{F}}e\,\ddot{C}$, $\dot{M}n\,\ddot{C}$, $\dot{C}a\,\ddot{C}$, $\dot{M}g\,\ddot{C}$, $\dddot{\bar{A}}l$, $\dddot{S}i$, $\ddot{\ddot{P}}$, $\dot{H}$,

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 62.

2) B. u. h. Ztg. 1854. S. 265; 1862. S. 60, 354, 413. — Berggeist 1863. S. 195.

Bitumen), zeigt nur einen grösseren Gehalt an Kohlensä
und weniger an sandigem Thon; er verliert beim Glül
bis zur Hälfte seines Gewichtes und hält zuweilen so
Bergkalk eingemengt, als zur Schlackenbildung erforderl
ist. Der geringere Gehalt an sandigem Thon macht
Kohleneisenstein leichtschmelziger und die grössere Aufloc
rung nach dem Rösten leichter reducirbar, als Thoneis
stein. Da der Gehalt an begleitenden Schwefelmetall
namentlich Schwefelkies, bedeutender zu sein pflegt, als
den thonigen Sphärosideriten, und der Phosphorgehalt ni
geringer, so erfolgt daraus meist ein schlechteres Roheis
gewöhnlich bei hoher Temperatur (heissem Winde) u
bedeutendem Kalkzuschlag grau erblasen und zur Giess
direct oder nach vorherigem Umschmelzen verwandt.
Gegenwart von viel Verunreinigungen erschwert die Lei
flüssigkeit des Erzes die Zugutemachung.

In Folge des Gehaltes an Bitumen und der leich
Schmelzbarkeit gestatten diese Erze eine beträchtliche Bre
materialersparung beim Verhütten, und bei ihrer Rei
haltigkeit eine grosse Production.

Die Kohleneisensteine wurden im Jahre 1801 zuerst
Schottland[1]) entdeckt, aber erst Ende der 20er oder
fang der 30er Jahre daselbst benutzt; in Westphale
wurde derselbe 1855 aufgefunden, aber in ungleich geringe
Menge, als in England, und da, wo die Formation arm
Kohle ist. Während in England Kohle und Kohleneisenst
stets zusammen vorkommen, haben in Westphalen nur
nige Werke, wie z. B. Hörde, diesen Vortheil. Zu Gabla
in Niederschlesien wird für die Vorwärtshütte bei Wald
burg Kohleneisenstein gefördert. Auch in den Steinkohl

1) B. u. h. Ztg. 1854. S. 266; 1862. S. 61, 322, 355, 413; 1
S. 295. — Karst. Arch. 1 R. XVII, 134. — Preuss. Zeits
III, 96. — Roehrig, die Quellen der brittischen Eisenindus
1854. S. 9. — Schles. Wochenschr. 1860. Nr. 37. — Bergg
1863. S. 195.

2) B. u. h. Ztg. 1856. S. 34; 1858. S. 218.

3) Allgem. b. u. h. Ztg. 1859. S. 97.

flötzen zu Ostrau[1]) und zu Steierdorf im Banat hat man wenig mächtige Lagen dieses Eisensteins gefunden.

Fast $^{9}/_{10}$ der ganzen Eisenproduction Englands liefern die Sphärosiderite und Kohleneisensteine der Kohlenformation und letztere gehören, wie bemerkt, zu den leichtschmelzigsten, die geringste Brennmaterialmenge erfordernden Erzen.[2])

Die schottischen Kohleneisensteine halten 20—25 % Kohle, 10—15 % Thon und 34—41 % Eisen, welcher Gehalt sich nach dem Glühen, wobei 40—50 % flüchtiger Stoffe entweichen, auf 55—60 % anreichert; die Erze von Durham 34 und von Südwales 14—39 % Eisen. Die westphälischen Kohleneisensteine geben an 30 % Glühverlust bei 40 % Eisengehalt im rohen und bis 60 % im gerösteten Zustande, enthalten bis 0,4 % Schwefel und bis 0,2 % Phosphor.

Während Mushet den Unterschied zwischen den Kohleneisensteinen (Blackband) und thonigen Sphärosideriten (Clayband) Schottlands und Englands in dem grösseren Kohlengehalt der ersteren, der zum Rösten hinreicht, sucht, so liegt derselbe und auch der Werth des Erzes nach Napier[3]) mehr in der Qualität und Quantität der erdigen Beimengungen.

Eisensilicate.

4) Eisensilicate und zwar:

Kieseleisensteine.

a) Kieseleisensteine, Verbindungen der Kieselsäure mit Eisenoxydul oder Eisenoxyd oder beider, seltener für sich als mit anderen Silicaten, Hydraten etc. chemisch verbunden. Als Eisenoxydulsilicate sind z. B. zu bezeichnen: Chamoïsit $2\,\dot{Fe}^3\,\dddot{Si} + \dot{Fe}^6\,\bar{Al} + 12\,\dot{H}$ mit 49 % Fe, Eisengranat $\dot{Fe}^3\,\dddot{Si} + \bar{Al}\,\dddot{Si}$ mit 18—31 % Fe, Blaueisenstein $(\dot{Na}, \dot{Mg})^3\,\dddot{Si}^4 + 3\,\dot{Fe}^3\,\dddot{Si}^2 + x\,\dot{H}$ mit 26 % Fe u. a.; Eisenoxydsilicate: Nontronit $\dddot{\bar{Fe}}\,\dddot{Si}^2 + 6\,\dot{H}$ mit 21—26 % Fe, Gelberde $\bar{Al}\,\dddot{Si} + 2\,\dddot{\bar{Fe}}\,\dddot{Si} + 6\,\dot{H}$ mit 26,5 % Fe u. a.

Schmelzverhalten.

Bei der Leichtflüssigkeit des Eisenoxydulsilicates und der schwierigen Reducirbarkeit des silicirten Eisens haben

1) Leoben. Jahrb. 1861. X. 284.
2) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 157, 169.
3) B. u. h. Ztg. 1863. S. 295.

diese Eisensteine Neigung, vor ihrer durch die Dichtigk
häufig noch erschwerten Reduction und Kohlung zu schm
zen und bei eisenhaltiger Schlacke (Kochschlacke) ein weiss
Roheisen zu geben, also Rohgang zu erzeugen. Versuc
man dieselben durch Röstung aufzulockern und das leic
verschlackbare Eisenoxydul in Oxyd überzuführen, so tr
leicht eine Sinterung ein. Es empfiehlt sich ein Ablösch
des noch heissen Röstgutes in kaltem Wasser, wobei c
grösseren Stücke zerspringen, sich leichter zerkleinern u
somit besser reduciren lassen.

Wegen dieser üblen Eigenschaften kommen die Kies
eisensteine nur selten für sich zum Verschmelzen (wie z.
Chamoisit auf der Hütte zu Ardon mit 43 % Roheise
gehalt, Kieseleisenglimmerschiefer [1]) in Nordcarolina); m
verwendet aber wohl eisenhaltige Silicate als Zuschläge u
gewinnt nebenbei einen Theil ihres Eisengehaltes, z. B.]
stacit mit 25, Amphibol, Pyroxen und Ildait mit 15—45 % I
Granate etc. Mit Eisenoxydhydrat gemengten Quarz (Eis
kiesel, Jaspis) hält man aus Eisensteinsbeschickungen fe
die auf graues Eisen verschmolzen werden.

Die Kieseleisensteine nähern sich in ihrem Verhalt
solchen eisenoxydulhaltigen Erzen, welche Quarz sehr in
beigemengt enthalten, wie kieselige Magneteisensteine (S. 6
während Quarz in gröberen Körnern (S. 65) die Reducti
weniger beeinträchtigt. Die Thoneisensteine enthalten c
Kieselsäure nicht an Eisenoxydul, sondern an andere Bas
gebunden und sind deshalb auch leichter reducirbar, wer
gleich strengflüssiger. Eisensteine, welche zur Schlacke
bildung ohne Weiteres taugliche Silicate beigemengt e
halten (schwedische Magneteisensteine, steyersche Spatheise
steine, manche Kohleneisensteine), können sich hinsichtli
der Reducirbarkeit und Schmelzbarkeit am gutartigsten v
halten.

Schlacken. b) Eisenoxydulreiche Schlacken aus Zerren
und Frischfeuern (I. 865, 868), aus Puddelöfen (I. 8(
871), aus Feineisen- und Schweissfeuern, sowie a
Schweissöfen (I. 865, 873) mit 40—75 % Eisen und mel

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 243.

Diese Substanzen bestehen im Wesentlichen aus kieselsaurem Eisenoxydul, gemengt mit mehr oder weniger Eisenoxyd, und verhalten sich hinsichtlich ihrer Reducirbarkeit und Schmelzbarkeit ganz ähnlich, wie Kieseleisensteine, nur hat sich in ihnen noch der Phosphor- und Schwefelgehalt des Roheisens, bei dessen Verarbeitung sie erfolgten, theilweise angesammelt, und bei der grösseren Wärmeleitungsfähigkeit erfordern sie mehr Brennmaterial, als Erze. Hinsichtlich ihrer Reinheit, Wärmeleitungsfähigkeit und Leichtflüssigkeit kann man diese Schlacken folgendermassen ordnen: Schweissofen-, Puddelofen-, Frischfeuer- und Stückofenschlacken; hinsichtlich ihrer Reducirbarkeit umgekehrt. Hat man dem Roheisen durch passende Vorbereitung (Braten, Feinen, Bodenrennen) eine grössere Reinheit gegeben, so fallen auch die bezeichneten Schlacken reiner aus.

Schmelzverhalten.

Durch Rösten [1]) lassen sich solche Schlacken wohl etwas auflockern, am wenigsten die Schweissofenschlacken, dann folgen die Puddel-, Frischfeuer- und Zerrennschlacken; der Hauptvortheil der Röstung besteht aber darin, dass bei höherer Temperatur ein leichtflüssiges, schwer reducirbares Silicat, $\dot{F}e^6 \ddot{S}i$, mit dem grössten Theil des Phosphorsäuregehaltes — PERCY [2]) fand darin bis 13 % — aussaigert (I. 385) und eine reinere, im Wesentlichen aus $\dot{F}e^3 \ddot{S}i$ bestehende strengflüssigere Verbindung zurückbleibt, welche sich im Hohofen leichter reduciren lässt. Dieser Prozess ist aber immer kostspielig und es geht in dem nicht weiter benutzten ausgesaigerten Silicat viel Eisen verloren.

Bei diesem ungünstigen Verhalten der bezeichneten Schlacken hat man sich meist damit begnügt, sie bis zu einem gewissen Grade der Eisensteinsbeschickung zuzusetzen, je nachdem Solches die Qualität des zu erzeugenden Eisens gestattet. [3])

1) HAUSMANN, Götting. Studien. II, 107.
2) TUNNER, Bericht üb. d. Lond. Industrie-Ausstell. v. 1862. S. 36.
3) KARST. Arch. 1 R. VII, 274, 299, 369; VIII, 189; XI, 280. — Oester. Ztschr. 1855. S. 311, 398. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 25.

So stellt man z. B. in England[1]) auf diese Weise durch Zuschlag variabler Mengen von Puddel- und Feineisenfeuerschlacken weisse Frischroheisensorten von verschiedener Qualität her, und verwendet zur Darstellung von Schlackeneisen zu Schiffsballastblöcken nur eine Beschickung von Feineisenfeuerschlacken und Schieferthon. Man hat dabei nicht bemerkt, dass der Phosphorgehalt im Roheisen mit Vergrösserung des Schlackenzuschlages in gleichem Verhältniss steigt. In Schottland ist man mit dem Frischschlackenzuschlag auf 29, zu Königshütte[2]) in Oberschlesien bis zu 42 % gestiegen.

Ein eigenes Schlackenschmelzen hat sich früher nur selten bewährt, z. B. zu Witkowitz[3]), dagegen hat man die Frischschlacken wohl in Frischfeuern[4]) und Stücköfen[5]) zu Gute gemacht.

Beste Schmelzmethode.

Schon wiederholt, z. B. von BERTHIER[6]), REICHENBACH[7]), CALVERT[8]), HINDE[9]) u. A. ist vorgeschlagen, die gerösteten und stark zerkleinten Schlacken im innigen Gemenge mit Kohle und Kalk zu verschmelzen; in neuerer Zeit aber ist dieses Verfahren erst von LANG und FREY[10]) mit dem günstigsten Erfolge practisch durchgeführt, so dass bereits schon an vielen Orten dieses früher nur unvollständig benutzte werthvolle Material auf die angegebene Weise zu Gute gemacht wird, wobei ein reineres, namentlich auch siliciumärmeres Roheisen erfolgt, als beim Zusatz der Schlacken zu den Eisensteinen. Je nach der Reinheit der Schlacken fällt das erblasene Roheisen von verschiedener Qualität aus; man hat

1) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 25, 157. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 254, 209.
2) Oester. Ztschr. 1861. S. 36. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 355.
3) Oester. Ztschr. 1861. S. 36.
4) STÜNKEL, Eisenbergwerke u. Eisenhütten am Harz. 1803. S. 167.
5) B. u. h. Ztg. 1857. S. 422.
6) Oest. Ztschr. 1862. Nr. 7. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 336.
7) DINGL. Bd. 163. S. 396.
8) B. u. h. Ztg. 1855. S. 284; 1856. S. 323.
9) B. u. h. Ztg. 1860. S. 11, 39.
10) Oest. Ztschr. 1860. S 321; 1861. S. 36, 43, 52, 60. — TUNNER's Leoben. Jahrb. 1861. X, 289, 415; 1862. XI, 299. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 327.

sogar Spiegeleisen [1]) (Bd. I. S. 769, Nr. 13) aus denselben dargestellt. Das Schlackenschmelzen ist aber immer theurer, als das Erzschmelzen.

Nach G. TUNNER [2]) empfiehlt es sich, die Frischschlacken mit 6—8 % granulirtem Roheisen und 10—15 % Kalk zu verschmelzen, wobei ersteres den Frischschlacken Kohlenstoff mittheilt und so kräftig reducirend wirkt.

Die Wichtigkeit dieser Schlackenverhüttung ergibt sich aus den Thatsachen, dass durch Nichtbenutzung der Schlacken ein Capitalwerth von jährlich etwa 4 Millionen Thalern verloren geht, wenn man die Roheisenproduction des deutschen Zollvereins und Oesterreichs pro 1858 zum Anhalten nimmt.[3]) Nach G. TUNNER [4]) werden jährlich an 30 Millionen Ctr. Eisen in die Frischschlacken getrieben.

Abfälle.

5) **Eisenhaltige Abfälle** werden zuweilen mit den Eisenerzen wieder zu Gute gemacht, als:

Gusseisen.

a) **Gusseisen in Gestalt von Bruchstücken (Gussbruch, Brucheisen), Wascheisen oder Bohr- und Drehspänen**, wenn das Umschmelzen im Cupoloofen zu theuer kommt oder nicht hinreichendes Material für denselben vorhanden ist oder um zeitweilig das Roheisenquantum im Herd zu vermehren, z. B. in der ersten Periode des Ofenganges. Wird auf das Brennmaterialquantum Rücksicht genommen, so kann man unbeschadet des Ofenganges in grösseren Zwischenräumen grosse Stücke aufgeben. Das Roheisenstück darf aber nicht schwerer sein, als ein Beschickungssatz. Auch Ofensauen lassen sich auf diese Weise verwerthen. Zu **Witkowitz** hat man z. B. pr. Gicht Beschickung Roheisenstücke von 40 Ctr. und Eisensauen von 54 Ctr. Gewicht im Hohofen umgeschmolzen. Es wird dadurch aber die Erzeugung von Roheisen aus den Eisenerzen beeinträchtigt. Zur **Altenauer Hütte** am Harze gibt man in den ersten Wochen nach dem Anblasen des Ofens in 24 Stunden gewöhnlich eine Eisengicht von 4—6 Ctr. auf, wirft auch wohl die noch glühenden Eingüsse gleich in den Vor-

1) Oest. Ztschr. 1860. S. 326; 1861. S. 43.
2) Oest. Ztschr. 1860. Nr. 24. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 223.
3) Berggeist. 1859. Nr. 8. — B. u. h. Ztg. 1859. S. 108.
4) Oest. Ztg. 1860. Nr. 24; B. u. h. Ztg. 1861. S. 223.

herd. Bohr- und Drehspäne, sowie etwa vorhandenen Eise glühspan lässt man zweckmässig durch vorheriges Röst zusammen fritten und befördert dies durch Befeuchten m Salzwasser, heissem Wasser oder Salzsäure, indem man d Material zuvor in Formen stampft.[1])

Schmiedeeisen.

b) Schmiedeeisenabfälle, Railsenden, altes Eisen e werden seltener im Hohofen, als beim Cupoloofenschmelz und Frischen zugesetzt. Zu Ebbw Vale[2]) verschmi man solche Producte, namentlich phosphorhaltige Railsend mit Koks und einem geringen Kalkzuschlag in einem 15 Fu hohen Cupoloofen unter Verschlackung einiger Procent Eis auf Roheisen, welches wegen Mangels an Phosphor ein se gutes Roheisen beim Puddeln liefert. Schwefelhaltige Ko verbessert man dabei durch einen Kochsalzzusatz.

Abhängigkeit der Schmelzwürdigkeit.

§. 5. Schmelzwürdigkeit der Eisenerze. D Schmelzwürdigkeit der Eisensteine hängt ab:

Vom Eisengehalt.

1) Von ihrem Eisengehalt. Dieser liegt gewöhnlic zwischen 30 und 40%, kann aber bis einige 70% steige und dann wieder durch fremde Beimengungen so weit heral gedrückt werden, dass der Eisenstein für sich unschmel würdig wird und vielleicht nur noch als Zuschlag benut werden kann, wo er dann wegen seines Eisengehaltes v ganz tauben Zuschlägen den Vorzug hat.

Zu den reicheren Eisenerzen gehören Magneteisenstein Rotheisensteine, Eisenglanz und Kohleneisensteine, zu de ärmeren verschiedene Braun- und Thoneisensteine. D Grenze der Schmelzwürdigkeit richtet sich nach Localve hältnissen, namentlich Localpreisen[3]) der Schmelzmaterialie Höhe der Arbeitslöhne etc.; während man z. B. auf de schwedischen Danemorawerken Beschickungen[4]) unter 37 b

1) Oest. Ztschr. 1861. Nr. 25, 36, 38. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 1 — Polyt. Centralbl. 1857. S. 828. — Bgwfd. XX, 588. — Leo Jahrb. 1862. XI, 47.

2) Tunner's Bericht üb. d. Lond. Ind.-Ausstell. v. 1862. S. 28.

3) Maximalwerthe der Eisenerze und Selbstkosten des Roheiser Schles. Wochenschr. 1859. S. 331. — Bestimmung des Erzwerth zu Königshütte: B. u. h. Ztg. 1862. S. 165. — Preis englisch und französischer Erze: B. u. h. Ztg. 1862. S. 168.

4) B. u. h. Ztg. 1863. S. 120. — Tunner, das Eisenhüttenwes Schwedens. S. 33.

40 % Eisengehalt für zu arm hält, und meist solche mit 50 % und mehr verschmilzt, geht man anderwärts bis auf 30 % und mehr herab. Unter 15—20 % hört die Schmelzwürdigkeit auf. Unter Umständen kann aber je nach gewissen Beimengungen ein ärmerer Eisenstein schmelzwürdiger sein, als ein reicherer. Der Eisengehalt setzt der Grösse der Roheisenproduction [1]) in einer gegebenen Zeit gewisse Grenzen. Während in England bei Thoneisensteinen mit 38 % Eisen auf jedes Cubikyard des Ofeninhalts wöchentlich 25 Ctr. Roheisen und Schlacken kommen, so steigt diese Menge bei Kohleneisensteinen mit 60 % auf 34 Ctr. Von einer Eisensteinssorte kann der kleine Stein eisenärmer sein, als der grobe, was darin seinen Grund hat, dass man ersteren meist nicht röstet, wohl aber letzteren und dann durch Austreibung flüchtiger Stoffe den Eisengehalt concentrirt.

Vom Aggregatzustand.

2) Von Oxydationszustand des Eisens und dem Aggregatzustand. Eisenoxydul ist zur Verschlackung geneigter, als Eisenoxyd, und zwar um so mehr, je dichter der Eisenstein ist und je weniger derselbe (z. B. Magneteisenstein) durch Rösten etc. aufgelockert und auf eine höhere Oxydationsstufe gebracht werden kann. Aber auch bei den Eisenoxyd enthaltenden Erzen tritt die Reduction und Kohlung um so schwieriger ein, je dichter sie sind. In solchem Falle müssen, damit nicht unreducirtes Eisenoxydul bereits gebildetes Roheisen im Schmelzraume theilweise entkohlt, die Erze längere Zeit dem Einfluss der reducirenden und kohlenden Agentien ausgesetzt werden, was man durch Herstellung einer strengflüssigern Beschickung erreicht. In dieser Rücksicht nennt man solche Erze wohl strengflüssig, ohne dass fremde Beimengungen Strengflüssigkeit herbeiführen. Es verhalten sich in dieser Beziehung die Braun-, Gelb- und Spatheisensteine, welche sich beim Rösten stark auflockern, gutartiger, als die dichten Magneteisensteine, Eisenglanze und Rotheisensteine, insofern dieselben nicht mit kohlensaurem Kalk imprägnirt sind. Durch fremde Beimengungen kann die Reducirbarkeit und Kohlung der Erze beeinträchtigt werden (thoniger Sphärosiderit). Man darf in Eisen-

---

1) Allg. b. u. h. Ztg. 1863. S. 230.

steinsbeschickungen eisenoxydulhaltige Erze nicht ohne Weiteres durch oxydische ersetzen.

Ist in Folge unvollständiger Reduction Eisenoxydul verschlackt, so lässt sich das Eisensilicat nur mit grossem Brennmaterialaufwand reduciren. Nach BOULANGER und DULAIT [1]) erfordert 1 Kilogramm Roheisen, welches aus der Reduction eines solchen Silicates erfolgt, 0,78 Kilogr. Kohlenstoff mehr, als bei Reduction von Eisenoxyd durch Kohlenoxydgas. Die Bildung des Eisensilicates wird begünstigt durch Anwesenheit von Eisenoxydul im Erz, fein eingesprengten Quarz, grosse Festigkeit und Reichhaltigkeit des Erzes, zu hohe oder zu niedrige Temperatur, wobei in ersterem Falle das Schmelzen vor der Reduction stattfindet, in letzterem die Reduction nicht gehörig geschehen kann.

Von den Beimengungen.

3) Von den fremden Beimengungen der Qualität und Quantität nach, sowie von ihrem Mischungsverhältniss. Nur in sehr seltenen Fällen kommen die Eisenerze ohne alle Beimengungen von erdigen oder metallischen Substanzen vor (Magneteisensteine, Eisenglanze, Spatheisensteine); gewöhnlich sind ausser Wasser und Kohlensäure Kiesel-, Thon- und Kalkerde vorhanden, entweder einzeln

schickungsbestandtheilen (Silicium S. 35, Erdmetalle (S. 58) oder dem Brennmaterial (Silicium aus der Koksasche, Schwefel aus Steinkohlen und Koks, Phosphor aus Torf) unvermeidlich abscheiden. In manchen Eisensteinen, z. B. dem Rotheisenstein von Ulverstone und dem Titaneisenstein von Egersund, findet sich ein Zinngehalt.

b) Günstiger Einfluss. Hierher gehören besonders Mangan (S. 52) im Eisenstein und in Zuschlägen, Titan (S. 56) und nur in ganz besonderen Fällen Phosphor (S. 50) und Schwefel (S. 45).

B. Einfluss der Beimengungen auf den Schmelzgang.

Man unterscheidet danach strengflüssige, mittelleichtflüssige und leichtflüssige Erze. Höchst selten kommen die Eisensteine ganz rein vor, meist enthalten sie mehr oder weniger erdige, zur Schlackenbildung erforderliche Bestandtheile, zu welchen hauptsächlich Kieselsäure, Thonerde und Kalkerde gehören. Sefström[1]) theilt dieselben danach in schlackenlose und schlackenführende Erze ein.

1) Schlackenlose Erze. Dieselben bedürfen beim Verschmelzen eines schlackenbildenden Zuschlages (meist Hohofenschlacke vom eigenen Prozess, wenn nicht ärmere Erze zu Gebote stehen), weil sonst das gebildete Roheisen von der Gebläseluft im Herde wieder gekohlt und das Gestell des Hohofens rasch zerstört werden würde. Die Dicke der schützenden Schlackendecke über dem Roheisen im Herde richtet sich hauptsächlich nach der von der Dichtigkeit des Brennmaterials abhängigen Windpressung, sowie nach der Qualität des zu erzeugenden Roheisens, indem graues Roheisen mehr vor dem Winde zu schützen ist, als weisses. Es variirt danach die Reichhaltigkeit der Beschickung, welche in Schweden bei den vorhandenen reichen Magneteisensteinen und dem Schmelzen mit Holzkohlen als Maximum 58—60 % Roheisen enthalten; sonst geht man selten über 50 % und verschmilzt meist Beschickungen von 35 bis 40 %. Sind solche reichen Eisensteine gleichzeitig dicht, so reduciren sie sich auch schwierig. Boulanger und Dulait[2])

1) Leoben. Jahrb. 1843. S. 96; 1853. III, 261.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 390.

haben ein Verfahren zur Verhüttung reicher und schwer reducirbarer Eisensteine angegeben.

2) Schlackenführende Erze, und zwar

a) solche, welche die zu einer richtigen Schlacke erforderlichen Bestandtheile enthalten. Hierher gehören Erze, in welchen sich zugleich Thon und Kalk oder gewisse leichtschmelzige Mineralien (Granat, Amphibol, Augit, Chlorit, Feldspath etc.) befinden. Granat $(\dot{Ca}, \dot{Mn})^3 \bar{Si} + (\bar{Fe}, \bar{Al}) \bar{Si}$ schmilzt gut, liefert eine vortreffliche Schlacke und hält 10—12 % Eisenoxydul. Augit $(\dot{Ca}, \dot{Mg}, \dot{Fe})^3, (\bar{Si}, \bar{Al})^2$ mit bis 12 % Eisenoxydul verhält sich ähnlich. Hornblende $\dot{Ca} (\bar{Si}, \bar{Al}) + (\dot{Mg}, \dot{Fe})^3 (\bar{Si}, \bar{Al})^2$ ist bei einem Gehalt bis 15 % $\dot{Fe}$ leichtschmelzig und wird es noch mehr, wenn sie im Gemenge mit Feldspath in Grünstein mit bis 20 % Eisen übergeht. Chlorit $(\dot{Mg}, \dot{Fe})^3 \bar{Si} + \bar{Al} \bar{Si} + 2 \dot{Mg} \dot{H}$ ist wegen seines Eisengehalts (bis 15 % $\dot{Fe}$) ein guter, leichtflüssiger Gemengtheil. Feldspath $(\bar{Al} \bar{Si} + \dot{K} \bar{Si})$ ist für sich etwas strengflüssiger, wird aber bei Anwesenheit anderer basischerer Mineralien leichtflüssiger. Je nachdem nun die Erze gleichzeitig mehr oder weniger Mangan enthalten und beim Rösten mehr oder weniger porös werden, so kann man daraus bald weisses, bald graues Roheisen darstellen (manche steyersche Spatheisensteine mit Kalkthongehalt; Danemora-Magneteisensteine mit Granat, Amphibol, Oligoklas etc.).

b) solche, welche zwar die erforderlichen schlackengebenden Bestandtheile, aber nicht im richtigen quantitativen Verhältniss enthalten. Hierher gehöre nErze, welche zu saure Bestandtheile (Talk $m \dot{Mg} \bar{Si} + \dot{Mg}^3 \bar{Si}^2$, viel Feldspath) oder zu basische Bestandtheile (z. B. Serpentin $2 \dot{Mg}^3 \bar{Si}^2 + 3 \dot{H} + 3 \dot{Mg} \dot{H}$) oder zu magnesiareiche Bestandtheile (Dolomit) enthalten, wodurch die Erze strengflüssig werden. Letztere bedürfen dann Zuschläge von Kalk und Quarz oder thonigem Mergel oder Thonschiefer und Kalk u. dgl.

c) solche, welche nicht sämmtliche zur Schlackenbildung erforderlichen Bestandtheile enthalten, und zwar

α. kieselerdehaltige, welche einen verschiedenen Grad der Schmelzbarkeit und auch ein sonst verschiedenes Verhalten zeigen, je nachdem Quarz grobkörnig (S. 65) oder fein (S. 66) eingesprengt ist oder die Kieselsäure mit Eisenoxydul oder Eisenoxyd (S. 79) oder mit andern Basen theilweise verbunden (z. B. als Thon) vorkommt. Am strengflüssigsten sind die Eisensteine, welche Eisenoxyd und grobkörnigen Quarz oder Thon enthalten, leichtflüssiger die eisenoxydulhaltigen, indem sie um so mehr zur Bildung von Eisensilicat geneigt sind, je inniger die Beimengung von Kieselsäure, wenn solche überall nicht schon das Eisen als Silicat enthält (S. 80). Ein Mangangehalt erhöht die Schmelzbarkeit. Je nach diesem verschiedenen Vorhandensein der Kieselsäure bedürfen die Erze verschiedener Zuschläge und es erzeugt sich ein um so mehr siliciumhaltiges Roheisen, je inniger die Beimengung der Kieselerde.

β. Kalkige Erze. Der kohlensaure Kalk (Bd. I. S. 168) macht für sich die Erze strengflüssig, und zwar mehr, wenn er magnesiahaltig (Dolomit, Braunspath), weniger, wenn derselbe thonig (Mergel) oder manganhaltig (mancher Braunspath) ist. Wegen seines Magnesiagehaltes wird der Braunspath bei der Aufbereitung meist ausgehalten. Der Kalk ist ein sehr wirksames Agens zur Entfernung des Schwefels und Phosphors aus dem Erz und Brennmaterial. Flussspath (Bd. I. S. 168) befördert die Schmelzung und sein Fluorgehalt trägt neben dem Kalk zur Beseitigung der Kieselerde bei, so dass ein Theil Flussspath mehrere Theile kohlensauren Kalk ersetzt.[1]) Gyps und Schwerspath sind in der Regel wegen ihres Schwefelgehaltes nicht in solcher Menge im Erz vorhanden, dass sie einen erschwerenden Einfluss auf den Schmelzgang ausüben; ein geringer Gehalt daran wird durch einen Mangangehalt unschädlich gemacht.[2]) Bei einem grösseren Gehalte bildet sich so viel

1) Stünkel, Beschreibung der Eisenbergwerke und Eisenhütten am Harz. Göttingen 1803. S. 199.

2) Stünkel c. l. S. 6, 82.

Schwefelcalcium und Schwefelbarium, dass dadurch die Schlacke strengflüssiger wird (Bd. I. S. 829).

Zweck.

§. 6. Aufbereitung der Eisensteine.[1]) Dieselbe bezweckt einestheils die Abscheidung von die Qualität des Eisens verschlechternden Bestandtheilen, anderntheils die Entfernung der tauben Begleiter, insoweit sie nicht zur Schlackenbildung erforderlich sind. Je sorgfältiger dies geschieht, um so besser fällt das Eisen aus und um so mehr wird an Brennmaterial (12—16%) beim Schmelzen gespart.

Bei den verhältnissmässig geringen Roheisenpreisen darf die Aufbereitung, damit die Kosten derselben den bezweckten Nutzen oder gar die Linie der Rentabilität des Werkes nicht überschreiten, über eine gewisse Grenze der Einfachheit nicht hinausgehen und beschränkt sich gewöhnlich, je nach der Beschaffenheit der Erze, auf eine Handscheidung und Klaubarbeit oder auf ein Verwaschen, wohl nach vorheriger Separation, seltener kommt eine Zerkleinerung durch Maschinen (Pochen, Walzen) und ein darauffolgendes Verwaschen auf Kehrherden vor. Poch- und Hammerwerken sind Walzwerke[2]) zur Zerkleinerung vorzuziehen, weil bei grösserer Förderung weniger Mehl erfolgt. Von noch günstigerem Erfolge soll WHITNEY's Brechmaschine [3]) sein.

Zur Ersparung von Transportkosten ist es zweckmässiger, die Scheidung und, wenn Wasser vorhanden, auch das Waschen auf der Grube vorzunehmen.

Handschei-

Bei der Handscheidung werden die von dem Klein

trennt jede Sorte wieder nach den erdigen Beimengungen (kieselige, thonige, kalkige), separirt schwefelhaltige etc. Zuweilen nimmt man, wenn auch keine schädlichen Bestandtheile abzuscheiden sind, die Zerkleinerung der Wände bis etwa zur Faustdicke vor, um das später erforderliche Pochen oder Walzen zu erleichtern. Zur besseren Erkennung der Erzstücke werden sie wohl durch Bewässern (**Wasch- oder Läuterarbeit**) auf einer schiefen Holzebene von anhaftendem Grubenschmand befreit. Bei Eisenrahm enthaltenden Erzen unterlässt man dieses und nimmt die Scheidung gleich nach der Förderung vor, damit bei etwaigem Regen der Eisenrahm die Stücke nicht überzieht und sie unkenntlich macht.[1])

Bei manchen Erzen, z. B. Magneteisensteinen, kann man im ganz frischen Zustande bei der Handscheidung Erz und Taubes nicht von einander unterscheiden, wohl aber, wenn man dieselben einige Zeit an der Luft liegen (abwittern) lässt. Desgleichen trennt sich bei einem solchen mehrmonatlichen Abwittern Thon oder tauber Schiefer, z. B. von thonigen Sphärosideriten und Kohleneisensteinen, so dass man durch Klauben dieselben leicht trennen kann. Statt des langwierigen Abwitterungsprozesses hat HARDING bei englischen Sphärosideriten der Steinkohlenformation zur Abscheidung des Thones Wasserdampf angewandt, wobei die Aufbereitung in wenigen Stunden vollendet ist.[2])

Bis zu welchem Grade die Anreicherung zu geschehen hat, ist gewöhnlich zwischen Gruben- und Hüttenbesitzer vereinbart. Der kleine Eisenstein ist häufig ärmer und unreiner, als der grobe, und lässt sich durch sonstige Vorbereitungsarbeiten (z. B. Rösten) weniger leicht noch verbessern. Im Allgemeinen bedürfen die festen Magnet- und Rotheisensteine, Eisenglanz, manche Braun- und Spatheisensteine, sowie massige Thoneisensteine einer Scheidung und Röstung.

Pochen und Verwaschen.

Selten werden, wie bemerkt, die Eisenerze einem **Pochen und Verwaschen** auf Schlämmgräben oder Kehr-

---

1) STÜNKEL, Beschreib. der Eisenbergwerke und Eisenhütten am Harze. 1803. S. 141.
2) Berggeist 1858. S. 165.

herden unterworfen, wie z. B. auf der Schreckendorfer Hütte[1]), wo man unreinen gerösteten Magneteisenstein durch Poch- und Schlämmgrabenarbeit so weit reinigt, dass er sich zu $^2/_3$ der Beschickung zusetzen lässt. Kosten der Aufbereitung pro 8 Ctr. Erz 2—3 Sgr., Aufbereitungsverlust 0,8—1,2 %; in 24 Stunden aufzubereitendes Quantum etwa 100 Ctr. Auf der Hütte zu Hassel[2]) in Norwegen bringt man auf diese Weise einen in Gneiss eingesprengten Eisenglimmer mit 25 % Eisen auf 55 % Gehalt, desgleichen in Basalt eingesprengten Magneteisenstein vom Taberge[3]) in Smaland von 25—30 % auf 43 %; aber der Schlieg liess sich schlecht verschmelzen, weshalb man, allerdings mit einem bedeutenden Aufwand an Kohlen, zweckmässiger Beschickungen mit nur 25—26 % Eisen verarbeitet. Noch isolirt stehen die Versuche von SELLA[4]), die Kupfer- und Schwefelkies enthaltenden Magneteisensteine von Traversella in Oberitalien mittelst Magneten aufzubereiten, sowie CHENOTS[5]) Verfahren, die magnetisch gemachten Eisenerze mittelst eines electromagnetisch gemachten Rades von Bergarten zu befreien.

Electromagn. Aufbereitung.

Schlämmen.

Eisenerze, welche Thon, Letten, Lehm, Dammerde, Kalkmulm etc. enthalten, können nicht selten durch Verwaschen wesentlich angereichert werden, wobei man die schlammigen Abgänge entweder absetzt (Belgien, Würtemberg, Böhmen) oder dieselben, wenn die Erze ochrig und mulmig waren, zu Ziegeln formt und diese verschmilzt (Stolberg). Feine, thonige und lettige Theile sind für den Hohofengang sehr nachtheilig. Sind die Erze, z. B. Brauneisensteine, fest, enthalten aber losen Thon, so muss dem Waschen eine Scheidung vorangehen, welche durch ein vorheriges Verwittern begünstigt werden kann. Manche Erze müssen vor dem Verwaschen separirt werden, z. B. die bohnerzartigen und darunter ein Theil der Hilseisensteine. Raseneisen-

1) Preuss. Ztschr. I. B. 198.
2) B. u. h. Ztg. 1857. S. 102.
3) LAMPAD., Fortschr. 1859. S. 160.
4) B. u. h. Ztg. 1862. S. 101. — Preuss. Ztschr. IX, 171.
5) Schles. Wochenschr. 1860. S. 294. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 378 (mit Zeichnung).

steine verwäscht man wohl direct oder siebt aus denselben im getrockneten Zustande den beigemengten Sand ab (S. 74).

Auf Grube Cornelia zu Stolberg bei Aachen wird thoniger ochriger Gelbeisenstein durch Klauben von den gröbsten Stücken befreit, in einer kreisrunden Vertiefung mittelst einer stehenden, mit Armen versehenen Welle in Wasser kräftig umgerührt und ein Strom Wasser gleichzeitig zugeführt, welcher den zähen Schlamm grossentheils mit fortnimmt. Sodann werden die Erze auf einen eisernen Stangenrost geschlagen, das durch denselben hindurch gehende Klein mittelst eines Wasserstromes auf einen langen Schlämmgraben mit wenig Gefälle geführt, wo die Hauptmasse des Erzes liegen bleibt, die Trübe von dem Herd und der Schaufelwäsche in Klärsümpfe geleitet, der abgesetzte Schlamm zu Ziegeln geformt, gebrannt und mit 40—43% Eisengehalt verschmolzen. Die Läuterkosten für 500 Ctr. Erz, welche in 12 Stunden von 7 Mann auf 2 Rührherden erzielt werden, betragen 5 Thlr. 20 Sgr. Ein solches Verfahren scheint auch für die mulmigen oberschlesischen Brauneisensteine zu passen. Nach TUNNER [1]) lassen sich nicht alle Eisensteine auf diese Weise ohne grossen Eisenverlust verwaschen, die Ziegel sind nicht immer haltbar und der locale Kostenpunct kommt sehr in Betracht.

Umfangreiche Vorrichtungen finden sich zum Waschen der lettigen Brauneisensteine in Belgien [2]), indem man dieselben zuerst bei den Gruben in hölzernen Trögen unter zuströmendem Wasser umharkt und dann diese Operation auf der Hütte in derselben Weise nochmals vornimmt, oder das Erz zunächst eine gusseiserne, geneigte Abläutertrommel von 2 Met. Länge und 0,80 M. Durchmesser passiren lässt, welche, an den Innenwänden mit Stacheln versehen, beim Umdrehen unter Wasserzuleitung Erz- und Thontheile trennt, so dass letztere durch Umrühren des aus den Trommeln in

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 155.

2) VALERIUS' Roheisenfabrikation, deutsch v. HARTMANN. 1851. S. 79. HENNEZEL in Ann. d. min. 3 sér. XV, 85. — Zeichnungen von Aufbereitungsmaschinen (Pochwerk, Quetschwalzen und Waschtrommel) in ARMENGAUD's Publication industrielle. XII, 239.

einen Waschtrog gelangenden Haufwerkes mit Wasser abgeschlämmt werden. Die Kosten auf 1000 Kil. angereichertes Erz mit 35—40 % Eisen betragen etwa 9,12 Frs.

In Würtemberg und Baden werden in einen eisenschüssigen, breiigen Kalkmulm eingehüllte Bohnerze in Sieben mit 1 Lin. grossen Löchern in mit Wasser gefüllten Fässern in kreisende Bewegung versetzt, wobei reine Bohnerzkörner im Siebe zurückbleiben, während man die Trübe aus den Fässern von den zu Boden gegangenen kleinen Erzkörnern durch Spunde ablässt.

In der Karlsbader Gegend in Böhmen verwäscht man mit fettem, zähen Letten verunreinigte Sphärosiderite nach einiger Abwitterung in 12 Fuss langen, 4 Fuss breiten und 1 Fuss tiefen Kästen in der Weise, dass man so oft unter Umrühren frisches Wasser zu- und ablässt, bis sich dasselbe nicht mehr merklich trübt. 40 Cubikfuss roher Stein geben 15—20 Cubikfuss gewaschenen Stein.

Toussaint [1]) hebt die nach der Korngrösse sortirten Erze in ein mit Wasser gefülltes, unten konisch zulaufendes und mit einem Schieber verschlossenes gusseisernes Rohr von 20—30 Meter Höhe und 1,5 Meter Durchmesser mittelst eines Paternosterwerks, sperrt, sobald sich die beim Niedersinken im Wasser gereinigten Erze unten angesammelt haben, durch Einbringen eines Schiebers den Theil des Rohres darüber ab und zieht die gewaschenen Erze unten aus. Durch Wegziehen des Schiebers gelangt dann die beigemengte Gangart in den untersten Theil des Rohres, um alsdann von dort entfernt zu werden.

Zur Erzielung eines bestimmten mittleren Eisengehaltes versetzt man zuweilen auf der Grube reiche Erze mit ärmeren; da aber statt letzterer betrügerischer Weise auch Berg genommen werden kann, so empfiehlt es sich, die reichen Erze unvermengt nach der Hütte zu schaffen.

Aufbewahrung der aufbereiteten Eisensteine.

Die Eisensteine werden selten (nur in gleichartig reicher und gutartiger Masse brechende) im frischgeförderten und bloss zerkleinten Zustande verschmolzen; meist setzt man sie längere Zeit dem Einflusse der Atmosphäralien aus; um

1) Dingl. Bd. 157. S. 235.

sie aufzulockern, thonige Bestandtheile auf mechanischem Wege abzusondern, durch Oxydation gewisse schädliche Bestandtheile in löslichen Zustand zu versetzen oder das Eisenoxydul auf eine höhere Oxydationsstufe zu bringen (das Abliegen, Abwittern der Eisensteine), was Alles auf den Schmelzprozess günstig einwirkt. Unverwitterte manganhaltige Eisenspäthe liefern, der Beschickung zugesetzt, ein manganreicheres Roheisen, als verwitterte, bei welchen letzteren der ursprüngliche isomorphe Zustand von kohlensaurem Eisen- und Manganoxydul aufgehoben ist.

Sehr dichte Erze, welche namentlich Schwefelungen enthalten, lassen sich aber auf diese Weise nicht hinreichend aufschliessen, sondern bedürfen dazu einer höheren Temperatur, einer Röstung, welcher man alsdann mit besserem Erfolge, als bei rohen Erzen, ein Verwittern folgen lässt, wovon später die Rede sein soll. Aber auch bei minder dichten Erzen ist statt des erforderlichen jahrelangen Ablagerns eine Röstung meist vortheilhaft, weil sie rascher zum Ziele führt, die Vorräthe nicht zu bedeutend anwachsen und dadurch an Zinsen gespart wird. Ob man die Röstung auf der Hütte oder auf der Grube vornimmt, hängt davon ab, ob die Frachtkosten des zum Rösten erforderlichen Brennstoffes die des durch Röstung verloren gehenden Gewichts erreichen oder nicht. Da erstere meist höher und das Brennmaterial gewöhnlich auf der Hütte lagert, so geschieht die Röstung in der Regel auf letzterer, kann aber doch auf der Grube vortheilhafter sein, wenn nach der Röstung noch eine Scheidung, wie bei schwerspäthigen Erzen, vorgenommen werden muss.

Nur für feinkörnige, mulmige, thonige, eisenrahmhaltige Eisensteine ist eine Beschauerung nöthig, weil Auswaschungen Verluste herbeiführen können, namentlich um so mehr, je kleiner die Erze. Gleichzeitig Eisenoxyd und Schwerspath enthaltende Eisensteine würden ihre Qualität beim Lagern im Freien doch nur wenig verbessern.

Castendyck [1]) hat durch Zahlen nachgewiesen, wie wichtig neben anderen Fortschritten bei der Roheisen-

---

1) Berggeist 1860. S. 827.

fabrikation — vorsichtige Wahl von Kohlen und Koks, zweckmässige Ofendimensionen, haltbare Steine, hinreichend starkes und dauerhaftes Gebläse, eine gute Verwaltung etc. — die Vorbereitung der Eisensteine durch Aufbereitung, Röstung und Ablagern ist.

Die von der Grube dem Volumen (Fuder, Tonne etc.) oder dem Gewichte nach übernommenen Eisensteine werden auf dem Eisensteinsplatze der Hütte, welcher zweckmässig am höchsten liegt, damit die Förderung zum Röstofen oder zur Hohofengicht mit den mindesten Kosten geschehen kann, in freien Haufen oder unter Beschauerung aufgestürzt, und zwar der grobe und kleine Eisenstein von einer Grube separirt, desgleichen die einzelnen Eisensteinssorten nach der Eisensteinsspecies und den beibrechenden Gangarten getrennt gehalten. Eine Signatur auf jedem Haufen giebt dessen Nummer, den Namen der liefernden Grube, sowie auch wohl die Qualität des Eisensteins an.

Signatur der Eisensteine.

In letzterer Beziehung hat man auf Ilsenburger Hütte am Harze eine einfache Bezeichnungsweise. Es bedeutet I. Eisenglanz, II. Rotheisenstein, III. Magneteisenstein, IV. Brauneisenstein, V. Grubenklein von diesen Sorten; ferner 1 reine, 2 kieselige und 3 kalkige Eisensteine; I/II, III/II etc. deuten Gemenge von den einzelnen Sorten an, wobei die durch den Zähler bezeichnete Sorte mehr vorwaltet. Das Zeichen ♁ bezeichnet schwefelkieshaltige Erze. Darnach drückt III/II 2 ♁ aus: ein Gemenge von vorwaltendem Magnet- und Rotheisenstein, kieseliger Natur und mit einem Schwefelgehalt.

Bevor die Eisensteine weiteren chemischen und mechanischen Operationen unterworfen werden, probirt man sie auf ihren Eisengehalt.

Verschiedene Proben.

§. 7. Probiren der Eisensteine. Für den Hüttenhaushalt können folgende Proben erforderlich werden: die Haldenprobe zur Controle des Bergbaues, ob derselbe überall schmelzwürdigen Eisenstein liefert; die Anfuhrprobe zur Ermittlung des Eisengehaltes in den zur Hütte gelieferten Eisensteinen im rohen oder behuf der Möllerung im gerösteten Zustande und die Möller- oder Beschickungsprobe zur Controle des Betriebes. Kann gleich die Be-

stimmung des Eisengehaltes auf nassem Wege häufig rascher, sicherer und mit weniger Kosten geschehen, so zieht man doch auf Hüttenwerken meist den trockenen Weg vor, weil derselbe gleich den zu erwartenden Roheisengehalt des Erzes liefert und Aufschluss über das Schmelzverhalten des Erzes und die Beschaffenheit des Roheisens gibt.[1]

Trockene und nasse Proben.

Mag der eine oder andere Weg gewählt werden, so ist es zunächst erforderlich, eine richtige Durchschnittsprobe (B. I. S. 114) von dem vorliegenden Haufwerk zu nehmen, was dadurch am zweckmässigsten geschieht, dass man bei kleinen Stücken an 4 Seiten desselben Schräme macht, aus jedem etwa eine Schaufel voll Erz auf einen Haufen zusammenträgt und diesen verjüngt. Auch führt man bei kleinem Eisenstein wohl einen senkrechten Stich vom Scheitel des Haufens bis zur Sohle und halbirt das Probegut bis zu einigen Cubikzollen. Bei groben Stücken sucht man von allen Seiten des Haufens characteristische Stücke (etwa 10 Cubikfuss) aus, pocht dieselben, nimmt während des Pochens zu mehreren, etwa 4 Malen, je 1 Schaufel voll, formirt daraus einen Haufen und verjüngt ihn bis zu etwa 28 Cubikzoll. Die getrocknete Probe wird in einer gusseisernen Schale von etwa 12 Zoll lichtem Durchmesser mit 2 Zoll hohem Rand und Ausguss mittelst eines etwa 4 Pfund schweren Reibhammers mit gut verstahlter, etwa 2 Zoll Quadrat haltender Bahn zerrieben, durch ein Haarsieb geschlagen und gemengt. Sehr harte Erze müssen zuvor im Stahlmörser zerkleint und dann wie angegeben feingerieben werden.

Probenehmen.

A. Probe auf trockenem Wege.

1. Halden- oder Anfuhrprobe.

Bei dieser Probe werden die Vorgänge im Eisenhohofen nachgeahmt und es erfolgen deshalb dabei kohlenstoffhaltiges Eisen (Roheisen) und Schlacke. Damit ersteres von letzterer

Erfordernisse zum Gelingen der Probe.

1) Vergleichung der verschiedenen Proben auf trockenem und nassem Wege: Stévart in Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 262.

vollständig sich trennen kann, muss die Schlacke einen hinreichenden Grad der Schmelzbarkeit besitzen, was der Fall ist, wenn sie sich in ihrer Zusammensetzung dem Bisilicat der Kalk- und Thonerde mit etwa 56 Kieselsäure, 30 Kalkerde und 14 Thonerde nähert (Bd. I. S. 824).

Nur selten enthalten die Erze ein solches Erdenverhältniss (S. 88), meist muss dasselbe durch passende Zuschläge hergestellt werden. Um die Qualität und Quantität der erforderlichen Zuschläge zu ermitteln, kann man ein zweifaches Verfahren anwenden; man bestimmt entweder die schlackengebenden Bestandtheile des Erzes durch eine einfache Methode auf nassem Wege (BERTHIER'sches Verfahren) und berechnet nach der gefundenen procentischen Zusammensetzung die Menge der erforderlichen Zuschläge oder man beschickt die Eisensteine nach ihren äusseren Eigenschaften mit verschiedenen Zuschlägen und ersieht aus dem Schmelzresultat, ob die Beschickung richtig war oder wie sie abgeändert werden muss (eigentliche Probirmethode.) Letzteres Verfahren ist das gewöhnliche der Hütten und führt am raschesten zum Ziele, wenn man einmal den richtigen Zuschlag für den von einer Grube gelieferten Eisenstein ausgemittelt hat. Selten verändert sich dessen Beschaffenheit sehr und ein kleiner Fehler beim Beschicken ist so wenig einfluosreich, dass kein falsches Resultat erfolgt. Dagegen kann die Anwendung des BERTHIER'schen Verfahrens bei Einrichtung eines neuen Schmelzbetriebes für Erze, deren Natur man noch nicht hinreichend kennt, von grossem Nutzen sein.

v. MAYRHOFER [1]) berechnet den procentischen Eisengehalt der Erze aus dem beim Hohofenbetrieb in einem gewissen Zeitraume erhaltenen Roheisen und der dazu verwendeten Erzmenge.

BERTHIER's Probe.

1) Bestimmung der schlackengebenden Bestandtheile nach BERTHIER's Methode [2]). Dieses Verfahren umfasst folgende Operationen:

1) Leoben. Jahrb. 1861. X, 293.
2) BERTHIER, Handb. d. metallurg.-analyt. Chemie, deutsch v. KERSTEN. 1836. II, 273. BODEMANN - KERL's Probirkunst. 1857. S.252.

a) Calciniren von 1 Probircentner bei 100° C. getrockneten Erzes auf einem Röstscherben bei anhaltender starker Rothgluth, um aus der Gewichtsdifferenz den Gehalt an flüchtigen Substanzen (Wasser, Kohlensäure, kohlige Theile etc.) zu finden. Das Resultat wird alterirt, wenn das Erz Eisen- oder Manganoxydul enthält, welche dabei in Oxyd übergehen. Bei kiesigen Beimengungen glüht man das Erz anfangs für sich, dann 1—2 mal mit 10—15 % Kohlenstaub.

b) Bestimmung der Kalk- und Talkerde. Das geglühte Erz wird längere Zeit (4—6 Stunden) mit verdünnter Salpetersäure oder mässig concentrirter Essigsäure unter Anwendung von wenig Wärme und öfterem Umschütteln digerirt, wobei sich nur Kalk- und Talkerde auflösen und eine eisenfreie farblose Lösung entstehen muss. Bei Anwendung höherer Temperatur löst sich leicht etwas Eisen mit auf und es findet sich dann der Kalkgehalt zu hoch. [1]) Man filtrirt, süsst gut aus, trocknet das Filter mit seinem Inhalt auf einem Röstscherben im Sandbade, glüht unter der Muffel und wiegt, wo dann aus der Differenz sich der Gehalt an Kalk- und Talkerde ergibt, den man gewöhnlich als Kalkerde ansieht. Berechnet man die damit verbundene Menge Kohlensäure und zieht ihr Gewicht von dem Glühverlust ab, so erhält man den Gehalt an Wasser etc.

c) Bestimmung des Thon- und Quarzgehaltes. 1 Centner getrocknetes Erz wird mit Königswasser gekocht, um alles Eisen und Kalk aufzulösen, filtrirt, der Inhalt des Filters ausgesüsst, getrocknet, geglüht und gewogen, wo sich dann der Gehalt an Thon oder Quarz ergibt. Kommen beide zusammen im Rückstand vor, so muss man denselben durch Glühen mit Sodapotasche (Bd. I. S. 141) aufschliessen, mit Salzsäure zur Trockne dampfen, wieder mit etwas Säure befeuchten, mit Wasser digeriren, filtriren, die Kieselsäure auf dem Filter auswaschen, trocknen, glühen und wägen; aus der Differenz findet sich annähernd der Thonerdegehalt.

Da manche Thone sich in Säuren theilweise auflösen,

---

1) Hahn in Berg- u. hüttenm. Ztg. 1862. S. 78.

so ist die BERTHIER'sche Probe bei kieseligen Eisensteinen genauer, als bei thonigen und auch bei kalkigen.

Addirt man die für den Glühverlust und den Gehalt an Kalkerde, Kieselerde oder Thon gefundenen Zahlen zusammen und zieht die Summe von 100 ab, so resultirt annähernd der Gehalt des Erzes an oxydirtem Eisen. In welcher Weise die gefundenen Zahlen benutzt werden können, ist durch ein Beispiel in Bd. I. S. 163 gezeigt.[1])

Schmelzproben.

2) Anstellung von Schmelzproben.[2]) Man bestimmt zunächst die Qualität der Beimengungen nach ihrem äusseren Ansehen und durch einfache Versuche (kieselige Eisensteine geben am Stahl Funken, kalkige brausen mit Säuren, thonige entlassen beim Anhauchen Thongeruch, lassen sich meist weich anfühlen und kleben nach dem Rösten an der Zunge) und beschickt danach thonige mit Kalk, kalkige mit Thon und kieselige mit Thon und verhältnissmässig mehr Kalk. Der Zuschlagskalk wird in Gestalt von Kreide und Flussspath, Thon in möglichst reinem Zustande und von gekannter Zusammensetzung angewandt; ein Quarzzuschlag ist neben Thon selten erforderlich. Zuweilen verwendet man als saure Zuschläge Borax und Glas, wo dann aber die Schmelzung unter anderen Umständen vor sich geht, als im Eisenhohofen, in welchem auch nur Kalk und Thon die Hauptzuschläge bilden, und somit das Schmelzverhalten des Eisensteins weniger genau ermittelt werden kann, wohl aber der Eisengehalt. Mit der Quantität der Zuschläge braucht man bei nicht zu armen Erzen über 50 % nicht hinauszugehen, weil mit der Vermehrung der Schmelzmasse die Zeitdauer der Schmelzung steigt; ärmere Eisensteine verlangen zur guten Schlackenbildung reichlichere Flusszuschläge. Bei sehr strengflüssigen erhöht ein Boraxzusatz die Schmelzbarkeit.

Beschickungen.

Folgende Beschickungen dürften für 100 Theile Eisenstein in vielen Fällen günstige Resultate geben: reine Erze mit nur wenig Erden: 10 Kreide, 10 Flussspath,

1) Siehe auch B. u. h. Ztg. 1862. S. 78.
2) BODEMANN - KERL's Probirkunst. 1857. S. 259. — Leoben. Jahrb. 1843. S. 96; 1853. S. 250.

15–20 Thon; thonige Eisensteine: 20—25 Kreide und 20—25 Flussspath, bei armen Erzen bis auf resp. 30 und 40 zu steigern; kieselige Eisensteine: 20 Kreide, 25 Flussspath, 5 Thon und, wenn arm, 10—15 % Flussspath und 2—3 % Thon mehr; kalkige Eisensteine: 10 — 15 Thon und 20—40 Quarz, je nach der Reichhaltigkeit, bei gleichzeitigem Magnesiagehalt fügt man noch 10 % Kreide hinzu; Eisensilicate (Eisenfrischschlacke) 15—20 Kreide, 15—20 Flussspath und 5 Thon.

Bei Anwendung von calcinirtem Borax nimmt man für erdenarme reiche Erze 25 Borax und 25 Kreide an, für kieselige Erze 10 — 15 Borax und 35 — 30 Kreide, für kalkige umgekehrt. Nach KLASEK [1]) beschickt man zu Pribram 50 Pfd. quarz- und thonhaltige Roth- und Brauneisensteine mit 50 Pfd. Borax, 20 Pfd. Flussspath und 2 Pfd. Kohle, kalkige mit Borax allein oder mit quarzhaltigem Thon oder Quarz, erhitzt 1/4 Stunde im Windofen (Bd. I. S. 129) schwach, steigert 1/2 Stunde die Temperatur und gibt zuletzt 1/4 Stunde die stärkste Hitze.

Sind nach geschehener Schmelzung alle Kennzeichen für eine gut gerathene Probe vorhanden, so dass die grösstmögliche Menge Eisen ausgebracht ist, so kann es noch für den Hüttenhaushalt von Interesse sein, zu erfahren, wie weit man mit den Zuschlägen ohne Beeinträchtigung des Resultates herabgehen kann. Zu diesem Behufe wiederholt man die Schmelzung, indem man mehrere Proben mit verschiedenen, aber geringeren Mengen Zuschlägen, als bei der ersten Hauptprobe, beschickt und den Schmelzerfolg nach den unten angegebenen Merkmalen beurtheilt.

Ergab die Hauptprobe, dass man das Erdenverhältniss zur Schlackenbildung nicht richtig getroffen, so muss die Schmelzung mit passend abgeänderter Beschickung wiederholt werden.

Schmelzverfahren.

1—3 Gramm oder 1/2 Probircentner Erz wird mit dem nöthigen Flussmittel in einer eisernen Reibschale innig zusammengerieben, die Beschickung in eine Mengkapsel (Bd. I. S. 136. Taf. II. Fig. 34) gethan und aus dieser nach

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 147.

und nach in eine mit Kohle ausgefütterte Eisentute entweder von der deutschen Kelchtuten- (Bd. I. Taf. II. Fig. 30) oder der schwedischen Form (Bd. I. Taf. II. Fig. 31) geschüttet, indem man zum Dichten der Masse die Tute wiederholt aufstösst. Je grösser die Tuten, desto langsamer wirkt die Hitze durch dieselben hindurch. Auf die Beschickung streut man eine dünne Lage Flussspath und füllt den Raum darüber mit Kohlenpulver aus, in welches ein unterwärts mit einem Zeichen versehener Kohlendeckel gedrückt wird. Auf diesen setzt man einen mit einem kleinen Loche versehenen Thondeckel oder den Fuss einer Eisentute und lutirt diesen am Rande mit wenig feuerfestem Thon oder Lehm. Da letzterer leicht die Tuten zerstört, so verschliesst man dieselben, wenn sie wiederholt gebraucht werden sollen und die Schmelzung im Windofen stattfindet, über dem Kohlendeckel mit Kohlenstaub, der durch Lehmwasser etwas angefeuchtet ist.

Die Tute wird sodann zum Schmelzen entweder in einen Windofen (Bd. I. S. 129) oder einen Gebläseofen gestellt, letzterer von SEFSTRÖM'scher Construction (Bd. I. S. 131) oder nur mit mehreren Düsen versehen.

Bei Anwendung eines Windofens, welcher zwar längere Schmelzzeit und mehr Brennmaterial, aber die gleichzeitige Anfertigung von mehr Proben, ein bequemeres Arbeiten und ein ruhigeres Schmelzen gestattet, als ein Gebläseofen, stellt man in einer gewissen Reihenfolge, wo dann kein Zeichen am Kohlendeckel nöthig ist, die Kelchtuten direct auf den Rost, die Tuten ohne Füsse auf Thonuntersätze (Käse), versieht auch wohl den Fuss der Tuten mit etwas Lehm, damit sie nicht umfallen, lässt zwischen den einzelnen Tuten hinreichende Zwischenräume, füllt diese vorsichtig mit glühenden Kohlen an und dann den Schacht mit nicht zu groben festen Kohlen, denen man wohl gute Koks untermischt, auf, worauf der Ofen geschlossen wird und allmälig in Gluth geräth. Nach dem Durchschlagen der Flamme unterhält man unter öfterem Nachfüllen der Kohlen bei einem gutziehenden Ofen die Hitze etwa 1½—2 Stunden, nimmt dann die Proben noch glühend mit einer Tiegelzange heraus oder lässt sie zuvor im Ofen erkalten.

Ein Anzünden der Kohlen von oben nach unten ist zeitraubender, gestattet aber ein allmäligeres Erhitzen der Proben.

Zu Königshütte am Harz fasst der im Schacht 2 Fuss 10 Zoll hohe, 2 Fuss lange und 1 Fuss $6^3/_4$ Zoll breite Windofen bis 28 kleine Tuten. Ein $7^1/_2$ Zoll hoher und 12 Zoll weiter Fuchs mündet in eine 20 Fuss hohe Esse mit 11 Zoll lichter Länge und $9^3/_4$ Zoll Breite. Der Rost liegt 17 Zoll über dem Boden und besteht aus 7 Traillen von $2^1/_4$ Zoll Breite und 2 Zoll Stärke mit $^3/_8$ zölligen Zwischenräumen. Man feuert den Ofen von oben an, lässt die Proben an 5 Stunden bis zum Erkalten im Ofen und verbraucht $1^1/_2$—2 Maass à 10 Cubikfuss Kohlen.

Benutzt man einen Gebläseofen, so setzt man die Tuten auf eine Lage Quarzsand in solcher Höhe, dass ihre mittleren Höhen den Formmündungen gegenüber stehen. Auch lutirt man die Proben wohl auf eine feuerfeste Thonplatte auf, welche auf den Boden des Ofens gesetzt und nachher wieder mit den Proben herausgenommen wird. Zwischen die Tuten kommen einige glühende Kohlen, darauf todte Kohlen von möglichst gleicher Grösse, von etwa $^1/_2$ Cubikzoll Grösse. Man bläst anfangs langsam an, steigert unter öfterem Nachgeben von Kohlen die Hitze allmälig und bläst $^1/_2$—$^3/_4$ Stunden, etwa so lange, bis eine Eisenstange von 3 Linien Durchmesser nach 30 Secunden Schweisshitze hat.

Nach dem Zerschlagen der Tute oder nachdem der Kohlendeckel nur abgenommen, wird der an der Schlacke haftende Eisenkönig aus der Kohlenhülle genommen, in einem bedeckten Mörser von der Schlacke getrennt, diese, nachdem man ihre Bruch- oder sonstige Beschaffenheit ersehen, feingerieben und auf einem glatten Papier oder unter Wasser mit einem Magnetstab durchfahren, um darin etwa vorhandene Eisenkörnchen auszuziehen, welche, nachdem sie durch Daraufblasen von anhangenden Schlackentheilchen gereinigt, mit dem Hauptkönig verwogen werden.

Theorie.

Beim allmäligen Erhitzen der Probe entweichen zunächst die flüchtigen Bestandtheile, dann beginnt bei starker Glühhitze die Reduction des mit den Kohlenwänden in Berührung befindlichen Eisenoxydes, unter Bildung von Kohlen-

säure. Diese geht in Berührung mit der glühenden Kohle in Kohlenoxydgas über und indem dieses die Beschickung durchstreicht, findet auch im Innern der Masse die Reduction des oxydirten Eisens statt. Während nun bei dem langsamen Niedergang der Schmelzmassen im Eisenhohofen Reduction, Kohlung und Schmelzung nach einander erfolgen, so kann bei der rasch gesteigerten Temperatur in der Schmelztute früher Schmelzung eintreten, ehe die Kohlung vollendet ist, so dass dieselbe bei der mehlartigen Beschaffenheit des Probirgutes und der rascheren Hitze wahrscheinlich erst nach der Schmelzung durch directe Berührung mit den Kohlenwänden hauptsächlich stattfindet und bei nicht passender Beschickung leicht die Entstehung eines kohlenstoffärmeren, stahlartigen weissen oder schwach halbirten Eisens zur Folge hat.

Eine geringe Kohlung kann indess auch durch Kohlenoxydgas stattfinden, sowie bei strengflüssiger basischer Beschickung durch Cyan, welches seinen Stickstoff durch die in den Tiegel dringende Gebläseluft erhält. Es entstehen dann graphitische Könige und Schlacken, welche letztere in Berührung mit Luft deutlich nach Blausäure riechen. Bei einer zu strengflüssigen Beschickung kann aber auch die Kohlung dadurch beeinträchtigt werden, dass an den Wänden Schlacke hängen bleibt, welche den Contact des oxydirten oder bereits reducirten Eisens mit den Kohlenwänden erschwert.

Merkmale zur Beurtheilung der Proben.

Zur Beurtheilung der Beschaffenheit der Probe dienen folgende Merkmale:

1) Die Schmelzbarkeit der Probe, und zwar:

a) Die Probe ist nicht geschmolzen, das reducirte Eisen ist in Gestalt eines feinen grauen Pulvers in der Masse vertheilt. In solchem Falle hat man es, wenn hinreichende Hitze angewandt worden, mit armen, strengflüssige Bergarten enthaltenden Eisensteinen zu thun, wo bei mangelnder Thonerde ein solcher Ueberschuss an Kalk- und Talkerde vorhanden ist, dass nicht einmal ein Kalksingulosilicat entstehen kann. Solche Eisensteine (manche Spatheisensteine) müssen mit quarzigem Thon oder quarzreichem Thonschiefer etc. beschickt werden, wenn nicht die Strengflüssigkeit durch einen grossen Gehalt an $\dot{M}g$ herbeigeführt ist. In solchem

Falle muss man $\ddot{S}i$ und $\dot{C}a$ zuschlagen, um den Gehalt an $\dot{M}g$ herabzustimmen und die Schlacke leichtflüssiger zu machen. Eisensteine mit 20 % $\dot{M}g$ gehören zu den strengflüssigsten.

b) Die Probe ist geschmolzen und aufgebläht, das Eisen liegt in Schalen mit Schlacken gemengt oder bisweilen als platte Körner zerstreut umher und ist mehr oder weniger geschmeidig. In solchem Falle enthalten die Bergarten Eisen- oder Mangansilicate, oder $\ddot{S}i$ ist überschüssig, sie verbindet sich bei beginnender Schmelzung mit einem Theil des noch nicht reducirten Eisens und das dabei gebildete Eisensilicat wirkt auf das bereits erzeugte Roheisen oxydirend ein. Hierbei entsteht $\dot{C}$, welche ein Aufschäumen der Schlacke verursacht, die gewöhnlich ein grünes, fleckiges, ins Graue ziehendes Ansehen erlangt. Unter solchen Umständen ist in einer Beschickung $\dot{C}a$ der mangelnde Bestandtheil.

c) Die Probe ist gut geflossen, Schlacke und Eisenkönig haben sich gehörig gesondert, was für die Leichtflüssigkeit der Beschickung spricht. In solchem Falle muss aber stets noch berücksichtigt werden:

2) Das Aussehen der Schlacke, und zwar:

a) Hat die Schlacke das Ansehen eines vollkommen geschmolzenen, emailähnlichen, lichtgrau gefärbten Glases, so ist das Erdenverhältniss richtig getroffen. Dunkle Farbe deutet auf eine thonreiche, helle auf eine kalkige, violette auf eine manganhaltige und bräunliche auf eine magnesiahaltige Beschickung, blaue Schlacke häufig auf Schwefel. Der Eisenkönig ist gewöhnlich halbirt, zähe und ohne Graphitausscheidung auf der Oberfläche.

b) Eine vollkommen durchsichtige oder an den Kanten durchscheinende, leicht zerbrechliche, im Bruche muschlige und scharfkantige, glasglänzende und dabei grüngefärbte Schlacke deutet auf zu viel Kieselsäure oder zu schwere Reducirbarkeit des Erzes. Der Eisenkönig ist meist weiss, mehr oder weniger stahlartig und geschmeidig.

c) Porzellan-, hornfels-, steinartige, erdige, trockene Schlacken mit mehr oder weniger rauhem, zuweilen krystal-

linischem Bruch von weisser, hellgrauer, gelber oder brauner Farbe (letztere von einem Mangangehalt herrührend) sind zu basenreich, in Folge dessen strengflüssiger und der Eisenkönig graphitisch und brüchig. Bei sehr hohem Kalkgehalt findet sich wohl ein sehr graphitischer König unter einer erdigen pulverigen Schlacke, welche unter Entwicklung von Blausäuregeruch und lebhafter Bewegung auf der Oberfläche zu Staub zerfällt (Bd. I. S. 840).

3) Das Aussehen und Verhalten des Eisenkönigs, und zwar:

a) Bei gut gerathener Probe ist der König äusserlich ohne Graphit, auf dem Bruche halbirt oder grau, bei feinkörnigem Gefüge zähe.

b) Ein graphitischer König, leicht zerbrechlich und grobkörnig, deutet auf strengflüssige Beschickung oder bei leichtflüssigerer Beschickung auf zu hohe oder zu anhaltende Schmelztemperatur. Schlacke meist steinig oder erdig.

c) Ein gestrickter, zackiger, glänzender und sehr geschmeidiger König mit Anlauffarben ist kohlenstoffarm und nähert sich dem Frischeisen in Folge der Entkohlung des bereits gebildeten Roheisens durch verschlacktes Eisenoxy-

Bei einer gut gerathenen Probe besteht der äusserlich gar nicht oder wenig graphitische, auf dem Bruche halbirte oder lichtgraue, feinkörnige, etwas zähe König aus einem Hauptkorne, die Schlacke ist glas- oder emailartig, ohne grün gefärbt zu sein, und völlig geflossen. Stark graphitische Könige mit grobkörnigem Gefüge und geringer Festigkeit bei steiniger oder erdiger Schlacke können den Roheisengehalt etwas zu hoch angeben, lassen sich aber meist noch als gültig ansehen, während nicht graphitische Könige mit deutlich grüner Schlacke zu verwerfen sind.

2. Möller- oder Beschickungsprobe.

Zweck.

Mittelst derselben soll nachgewiesen werden, ob eine vorliegende Schicht (Möller) gattirten und beschickten Eisensteins den richtigen Eisengehalt und den erforderlichen Grad der Schmelzbarkeit etc. besitzt. Auch lässt sich danach das Verhalten verschiedener Erze zu einander und neuer Erze gegen die gebräuchliche Beschickung ermitteln, indem man derselben procentale Mengen von rohem oder geröstetem Erz, sowie auch die Aschenquantität zusetzt, welche ein Brennmaterial liefert. Nachdem eine Durchschnittsprobe von der zu untersuchenden Masse genommen, wird dieselbe in beschriebener Weise (S. 101) auf trockenem Wege, jedoch ohne Zuschläge, behandelt und der Ausfall des Schmelzens nach den oben angegebenen Merkmalen beurtheilt.

B. Proben auf nassem Wege.

Anwendbarkeit.

Dieselben kommen zur Anwendung, wenn sichs nur um Bestimmung des Eisengehaltes handelt, die Ermittlung des Schmelzverhaltens aber ausser Acht bleibt. Colorimetrische Proben [1]) zur Ermittlung geringer Eisengehalte haben sich nicht bewährt. Folgende Methoden sind die am häufigsten angewandten:

Fuchs'sche Eisenprobe.

1) Verfahren von Fuchs. 1 — 3 Gramm ($^1/_2$ Probircentner) sehr fein geriebener Eisenstein wird in einem langhalsigen Kolben von 450 — 500 C. C. Inhalt aufgelöst, zur Umwandlung vorhandenen Eisenchlorürs in Chlorid etwas chlorsaures Kali in Krystallen allmälig mit der Vorsicht

1) B. u. h. Ztg. 1852. S. 584; 1854. S. 280.

hinzugefügt, dass im Halse des Glases nichts davon hängen bleibt, und zur völligen Austreibung des Chlors etwa 5 Minuten gekocht, bis reiner Salzsäuregeruch zum Vorschein kommt und ein herausgenommener Tropfen Lösung mit Eisenkaliumcyanid keinen blauen Niederschlag mehr gibt. Hierauf giesst man, wenn erforderlich, noch etwas Säure nach, füllt den Kolben zur Hälfte mit destillirtem Wasser, verschliesst denselben mit einem Korke, in welchem sich eine 6—10 Zoll lange offene Glasröhre befindet, und bringt bei schiefgestelltem Kolben dessen Inhalt ins Sieden. Sobald dies eingetreten, wirft man rasch einen zusammengebogenen blanken Streifen von reinem Kupfer, welcher das 3—4fache von dem angewandten Erz wiegt, in die Flüssigkeit, oder lässt ihn besser an einem Platindraht ein, so dass er völlig von der Flüssigkeit bedeckt ist. Dann siedet man mehrere Stunden gelinde, bis die ursprünglich braune Farbe der Lösung völlig verschwunden ist oder wenigstens unbedeutend grünlich erscheint, wobei unter Bildung von Kupferchlorür das Eisenchlorid in Chlorür übergeführt worden: $Fe^2 Cl^3 + 2 Cu = 2 Fe Cl + Cu^2 Cl$. Salzsäure greift das Kupfer bei Luftabschluss nicht an, wohl aber löst sich in ersterer das Kupferchlorür. Bei Gegenwart anderer färbender Körper ist das Ende des Versuchs an der Unveränderlichkeit in der Farbe der längere Zeit gekochten Flüssigkeit zu erkennen. Das Kupfer wird dann an dem Platindraht rasch herausgezogen, in Wasser abgespült, zwischen Fliesspapier abgetrocknet und gewogen. Ist kein Platindraht angewandt, so füllt man den Kolben rasch mit ausgekochtem Wasser, kippt denselben in eine Porzellanschale um und wäscht das herausgefallene Kupfer rasch mit reinem Wasser ab. War das Kupfer nicht ganz rein, so ist es mit einem schwarzen Anflug, der von den Unreinigkeiten herrührt, versehen, welcher nach Andern aus feinzertheiltem Kupfer oder Kupferoxyd bestehen soll. Da nach obiger Formel 2 Atome aufgelöstes Kupfer 2 Atomen Eisen im Eisenchlorid entsprechen, so erhält man die gesuchte Menge Eisen, wenn man die den Kupferverlust ausdrückende Zahl mit dem Atomgewicht des Eisens (28) multiplicirt und das Product durch das Atomgewicht des Kupfers dividirt (31,68).

Die Probe gibt für die Praxis hinreichend genaue Resultate, wenn man dafür Sorge trägt, dass der Eisenstein gehörig aufgeschlossen und der Luftzutritt zu der sehr oxydirbaren Lösung abgehalten wird, weil sonst auf Kosten der Luft sich zu viel Kupfer auflöst und der Eisengehalt zu hoch gefunden wird. Dieses ist auch der Fall, wenn das Eisenerz Titansäure oder Arsensäure enthält.

Kommen Eisenoxydul und Oxyd zusammen in einem Eisenstein vor, so kann man das darin enthaltene Eisen separirt bestimmen, einmal auf die angegebene Weise den summarischen Eisengehalt, dann den im Oxyd vorhandenen, wenn man die Lösung ohne vorherige Oxydation durch chlorsaures Kali mit Kupfer kocht.

Während von KRAUT [1]), EBERMAYER [2]), A. VOGEL und REISCHAUER [3]) (nach letzterem soll sich das Kupfer auch bei Luftabschluss in concentrirter Salzsäure bedeutend und auch noch in 10procentiger Säure lösen) die Genauigkeit der Probe bestritten wird, so treten dafür LÖWE [4]) und KÖNIG [5]) mit Grund in die Schranken.

MARGUERITTE's Eisenprobe.

2) Titrirprobe von MARGUERITTE: Es sind mehrere Titrirproben zur Eisenbestimmung empfohlen (z. B. von PENNY [6]), SCHABUS [7]), STRENG [8]), DUFLOS [9]), MÜLLER [10]), OPPERMANN [11]), KOTSCHOUBEY [12]), MOHR [13]), LANDOLT [14]), Es-

---

1) Pharmaceut. Centralbl. 1854. S. 861.
2) ERDM., J. f. pr. Chem. 1857. Bd. 70. S. 143.
3) Jahrb. f. Pharmac. XII, 345.
4) ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 61. S. 127; Bd. 72. S. 28. — B. u. h. Ztg. 1858. S. 70.
5) B. u. h. Ztg 1858. S. 70.
6) B. u. h. Ztg. 1852. S. 89. — ERDM., J. f. pr. Chem. 1851. No. 18.
7) B. u. h. Ztg. 1852. S. 709. — ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 55. S. 359.
8) POGG., Ann. Bd. 94. No. 4. 1855.
9) SCHWARZ, Maassanalysen. S. 58.
10) Polyt. Centr. 1852. S. 312.
11) LIEBIG's Jahresber. 1853. S. 672.
12) ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 49. S. 184.
13) Berggeist 1859. No. 86. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 320. — LIST, Bericht über die k. Provinzial-Gewerbeschule in Hagen (Programm). 1860. S. 7.
14) Berggeist 1862. No. 12. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 296.

CHIED [1]), WALLACE [2]), FLECK [3]) u. A.), in der Praxis wird am meisten die MARGUERITTE'sche Probe [4]) ausgeführt, welche durch die neuere Verbesserung von LÖWENTHAL und LENSSEN [5]) sehr grosse Genauigkeit erhalten hat.

Man löst 3,5 Gramm Eisenstein in einem geräumigen Kolben unter Erhitzen in Schwefelsäure oder in Salzsäure, welche aber durch Eindampfen mit Schwefelsäure wieder ausgetrieben werden muss, kocht die Lösung mit eisenfreiem granulirten Zink so lange, bis sie durch völlige Umwandlung des Eisenoxydes in Oxydul blassgrün geworden und im ersten Augenblick auf Rhodankaliumpapier keinen rothen Fleck hervorbringt.

Nachdem die Lösung vom Zink in ein Becherglas decantirt und letzteres mit kaltem Wasser ausgewaschen, fügt man zu der abgekühlten, mit dem Waschwasser verdünnten und wenig freie Säure enthaltenden Lösung so lange titrirte Chamäleonlösung hinzu, bis erstere eben hellroth bleibt. Anfangs verschwindet die rothe Färbung des zugesetzten Chamäleons rasch; je mehr sichs dem Reactionsende nähert, um so langsamer gehen die gebildeten rothen Wolken weg. Bei dieser Vermischung der Flüssigkeiten wird das Eisenoxydul vom Chamäleon höher oxydirt nach der Formel: $10\ \dot{Fe}\ \dddot{S} + \dot{K}\ \overline{\mathrm{Mn}} + 7\ \dddot{S} = \dot{K}\ \dddot{S} + 2\ \dot{Mn}\ \dddot{S} + 5\ \overline{Fe}\ \dddot{S}^3$. Die Chamäleonlösung ist so titrirt, dass 100 C.C. derselben 3,5 Grm. Eisen anzeigen, so dass die bei der Erzprobe verbrauchten C.C. unmittelbar die Eisenprocente im Erz nachweisen.

Eine Quetschhahnbürette ist nicht anwendbar, weil das Chamäleon in Berührung mit organischer Substanz sich zerlegt; am besten bedient man sich einer GEISSLER'schen Bürette. Auch muss das Titriren nach der Reduction mit Zink rasch erfolgen, damit sich das Eisenoxydul nicht wieder

1) Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 114. S. 255.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 296. — Polyt. Centr. 1859. No. 3.
3) Polyt. Centr. 1859. No. 12. — B. u. h. Ztg. 1859. S. 456.
4) DINGL. Bd. 100. S. 381. — B. u. h. Ztg. 1847. S. 140.
5) FRESENIUS, Ztschr. f. analyt. Chem. 1862. 1. Jahrg. S. 329, 361. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 6.

höher oxydirt. v. KOBELL [1]) bringt zum Luftabschluss während des Lösens in einer Porzellanschale geschmolzenes Paraffin auf die Flüssigkeit, durch welches Chamäleon nicht verändert wird. Man giesst dann behuf des Titrirens die Lösung mit dem Paraffin in ein Becherglas.

Nutzen der Röstung.

§. 8. **Rösten der Eisensteine.** Es ist eine hüttenmännische Erfahrung, dass frischgeförderte Eisensteine sich in Bezug auf ihre Reducirbarkeit, den Brennstoffaufwand, die Grösse der Production und die Productionskosten unvortheilhafter verschmelzen lassen, als abgewitterte (S. 95) oder geröstete. Vergleichende Versuche [2]) mit rohen und gerösteten Erzen haben dies genugsam gezeigt. Nur bei mulmigen, milden Erzen oder Erzklein, namentlich wenn dasselbe frei von Kiesen ist, wird wohl die Röstung unterlassen, desgleichen, wenn bei einem schwefelhaltigen Brennmaterial die Verunreinigung reiner Erze durch dasselbe zu fürchten ist.

Auch wendet man unverwitterte und ungeröstete Spatheisensteine an, wenn man einen grösseren Mangangehalt ins Roheisen führen will, sowie einen Zusatz von rohen Erzen zu gerösteten behuf Erzeugung von halbirtem Roheisen. Durch ein Pressen mulmiger Erze unter bedeutendem Druck wird ein nachheriges Rösten derselben ermöglicht.

In England verhüttet man gewöhnlich nur die Rotheisensteine aus dem Norden ungeröstet, alle übrigen werden geröstet (thonige Sphärosiderite, Clevelanderze, Spath- und Brauneisensteine). Durch das Rösten werden die Erze leichter reducirbar, bedürfen zu ihrer Verschmelzung einer weniger strengflüssigen Schlacke, unter Ersparung an Brennstoff und Kalkzuschlag steigt die Production und die Qualität des Roheisens wird verbessert.

Ob die Röstung zweckmässiger auf der Grube oder auf der Hütte erfolgt, hängt von den S. 95 erwähnten Um-

---

1) ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 85. S. 398. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 116.
2) Schles. Wochenschr. 1861. No. 14. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 93; 1860. S. 28; 1861. S. 482. — Berggeist 1860. S. 828; 1861. S. 116. — Leoben. Jahrb. 1861. X, 399, 403 etc.
3) B. u. h. Ztg. 1852. S. 290.

ständen ab. Kostenersparend ist z. B. die Röstung auf der Grube bei Spatheisensteinen, wenn man das Brennmaterial (etwa Kohlenlösch) als Rückfracht hat. So sind z. B. bei steyer'schem Spatheisenstein auf 1 Centner Erz zum Rösten in Schachtöfen 0,3 — 0,4 Cubikfuss = 3 — 4 Pfd. Kohlen erforderlich, während der Röstverlust 18—20 Pfd beträgt.

Zweck der Röstung.

Der Zweck der Röstung kann sein:

1) Eine Auflockerung dichter Eisensteine, behuf leichterer Zerkleinerung und Reduction, indem durch Einwirkung des Feuers die dickeren Stücke sich zerklüften, so dass sie sich leichter zerkleinern und von Kohlenoxydgas vollständiger durchdringen lassen. Magneteisenstein zerklüftet sich mehr, als dichter Rotheisenstein und Eisenglanz. Quarzige Erze löscht man zweckmässig noch heiss in Wasser ab. Dieselben fühlen sich auf der Bruchfläche feinkörnig, aber scharf an, magnesiahaltige mehr grobkörnig, aber nicht scharf, kalkhaltige zeigen auf der Bruchfläche einen weissen Staub, thonige sind etwas glänzend und manganhaltige haben wohl auf der Bruchfläche eine etwas irisirende Farbe.

2) Entfernung flüchtiger Bestandtheile, als Wasser aus Braun- und Gelbeisensteinen, Kohlensäure aus Spatheisensteinen und Erzen mit kalkiger Gangart, Kohle aus Kohleneisenstein. Die Erze werden dadurch nicht nur sehr porös und in Folge dessen zur Reduction und Kohlung des Eisens geneigter, sondern sind auch in

Der Zweck wird am vollständigsten erreicht, wenn sich die Erze hinreichend auflockern, die zutretende Luft möglichst sauerstoffreich ist und die Erzstücke von passender Grösse hinreichend lange einer entsprechenden Hitze ausgesetzt werden. Entwickeln sich beim Rösten reducirende Gase (z. B. beim Kohleneisenstein, bei Untermengung von Brennmaterial), so wird die Entschwefelung unvollständig, es bleiben niedrigere Schwefelungsstufen oder basisch schwefelsaure Salze zurück. Der erstere Fall ist der günstigere und wird wohl absichtlich angestrebt, da sich solche niedrigeren Schwefelungsstufen durch Verwittern und Auswässern hinreichend entfernen lassen, während die basisch schwefelsauren Salze in Wasser unlöslich sind. Bei Arsenkies kann eine reducirende Wirkung günstig sein (Bd. I. S. 39). Kommen kohlensaure Salze im Erz vor, so gehen dieselben in schwefelsaure über und lassen sich zum Theil auslaugen (schwefelsaure Kalkerde und Magnesia), während Schwerspath und phosphorsaure Salze nicht verändert werden. Durch Begiessen gerösteter, noch glühender Erzstücke mit Wasser wird nicht nur ihr Zerbersten befördert, sondern auch eine Schwefelwasserstoffentwicklung veranlasst.

4) Ueberführung vorhandenen Eisenoxyduls in Oxyd, welches weniger leicht verschlackt wird, (S. 85), durch den Sauerstoff der Luft oder der etwa ausgetriebenen Kohlensäure. Dieser Zweck wird meist gelegentlich neben den vorher erwähnten erreicht, z. B. beim Magnet- und Spatheisenstein [1]), und zwar um so vollständiger, je poröser das Röstgut und je vollständiger der Luftzutritt. 100 Eisenoxydul geben 111,4 Eisenoxyd und 100 $\dot{Fe}\,\dddot{\bar{Fe}}$ etwa 103 $\dddot{\bar{Fe}}$. Eisenoxydhaltige Erze sehen nach der Abröstung mehr ziegelroth, eisenoxydulhaltige mehr gelbroth aus.

Röstverlust.

Die Magneteisensteine verlieren 3—6 % an hygroskopischem Wasser, nehmen aber durch höhere Oxydation des Eisenoxyduls an Gewicht wieder zu; Eisenglanz und Rotheisenstein verlieren 3—5 %, Brauneisensteine 10—15 %,

---

1) Veränderung des Rotheisensteins beim Rösten: Leoben. Jahrb. 1861. X, 283. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1860. S. 8.

Limonite 8—20 %, Spatheisensteine bis 40 %, erhalten aber durch Sauerstoffaufnahme wieder ein höheres Gewicht; Sphärosiderite verlieren 18 — 30 %, Kohleneisensteine oft über 40 %. Beim Abliegen nach der Röstung nehmen die Erze je nach ihrem Aggregatzustand wieder verschiedene Wassermengen auf, die mulmigen und lettigen an 6 % und mehr, weshalb man sie gern unter Beschauerung aufbewahrt. Kalkige Erze enthalten im gerösteten Zustande Aetzkalk, welcher durch Wasseraufnahme zerfällt, weshalb man auch solche Erze bald unter Bedachung bringt, damit sie nicht als Pulver dem Hohofen übergeben zu werden brauchen. 100 kohlensaure Kalkerde geben 56,3 Aetzkalk und 74,1 Kalkhydrat.

Einen wesentlichen Einfluss auf den Erfolg der Röstung hat die Leitung der Temperatur und die Auswahl der Röstmethode.

Rösttemperatur.

Die Temperatur darf nicht so hoch steigen, dass die Erze sintern oder schmelzen, weil sie sonst statt lockerer dichter werden. Zuweilen erzeugen sich bei diesem Schmelzen krystallinische Gebilde [1]) von Eisenoxyduloxyd. Besonders geneigt zum Sintern sind Magneteisensteine, namentlich wenn

Röstdauer.

Neben der Höhe der Rösttemperatur ist auch die Dauer der Röstung zu berücksichtigen, damit die einzelnen passend gross gewählten Stücke, was namentlich bei kohle-, schwefel- und arsenhaltigen Erzen nöthig ist, gehörig durchglühen und von Sauerstoff durchdrungen werden. Reine Erze können in Stücken bis zu $1/4$ Cubikfuss Grösse zur Anwendung kommen; Erze mit schädlichen Beimengungen nicht über 30—40 Cubikzoll.

Im Allgemeinen röstet man die Erze um so mehr, je dichter, fester, eisenreicher und strengflüssiger sie sind; zerreibliche und leichtflüssige bedürfen eines geringen Grades der Röstung, während kieselige bald strengflüssig, bald leichtflüssig sind und kalkige zur Austreibung der Kohlensäure einer höheren Temperatur und in Folge dessen mehr Brennmaterial bedürfen.

Schwefelungen enthaltende Erze röstet man wohl stärker, wenn sie auf Frischroheisen, und schwächer, wenn sie auf Giessereiroheisen verschmolzen werden sollen. Mulmige Erze rösten wegen versperrten Luftzuges langsamer, als Stufferze, bei denen der Zug, wenn das Feuer zu schnell in die Höhe kommt, durch Einmengen von Kleinerz oder Röstklein zuweilen gemindert werden muss.

Gutgeröstetes Erz ist meist in der Farbe verändert, mürbe, ohne rohen Kern und nicht gesintert.

Röstmethoden.

Die Auswahl der Röstmethode hängt ausser von den localen Preisen des Brennmaterials und der Grösse der Arbeitslöhne von dem Zwecke der Röstung ab, ob hauptsächlich bloss die Hitze zur Wirkung kommen soll oder gleichzeitig der Sauerstoff der Luft. Danach sind folgende Röstmethoden üblich:

Haufenröstung.

1) Röstung in freien Haufen (Meiler) Diese Methode empfiehlt sich durch eine Ersparung an Arbeitslöhnen und eine bei dem freien Luftzutritt günstige Oxydation, aber das Brennmaterial wird unvollständig ausgenutzt und es erfolgt bei grösserem Zeitaufwand zum Rösten ein ungleichmässig geröstetes Erz, welches längere Zeit ablagern muss. Nicht selten wird jedoch dieses Verfahren noch angewandt bei billigem Brennmaterial (Kohlen- und Kokslösch, Tannzapfen) oder wenn die Erze das erforderliche Brenn-

material selbst enthalten (Kohleneisensteine) und bei Erzen, welche keiner sehr hohen Temperatur bedürfen; auch bei schwerspäthigen Erzen, aus denen nach der Röstung der abgelöste Schwerspath durch Handscheidung und Klauben entfernt werden soll (Gittelder Hütte). Beim Rösten solcher Erze in Schachtöfen würde der pulverförmig werdende Schwerspath mit dem Eisenstein gemengt bleiben.

Holz ist weniger geeignet, als Kohlen- und Kokslösch, weil nach dem Verbrennen desselben zu viel Abkühlung herbeiführende Zugcanäle entstehen.

In Betreff der Anordnung zwischen Erz und Brennmaterial unterscheidet man:

a) Freie Haufen mit eingeschichtetem Brennmaterial, über deren Herstellung das Nähere Bd. I. S. 377 mitgetheilt worden.

Zweckmässige Dimensionen der Haufen sind 24—36 Fuss Breite und 6—7 Fuss Höhe, bei mulmigen Erzen nur 3—4 Fuss. Die Länge ist weniger von Einfluss. Von Steinkohlenklein braucht man etwa doppelt so viel, als von Kokslösch; vermengt man letzteren mit Holzkohlen, so braucht man etwa $^1/_3$ mehr, als von Kokslösch allein. Unvortheilhafter ist Röstcholz; 1 Ctr. Steinkohlenklein wird durch etwa 12 Cubikfuss Holz ersetzt.

Zu Witkowitz[1]) werden die Magneteisensteine in 20 Klafter langen, 4—5 Klafter breiten und 6 Fuss hohen Haufen 3—4 Monate lang abgeröstet, und verbraucht man auf 100 Pfd. Erz 0,01 Cubikfuss Scheitholz, 0,72 % Mittelkohle und 3,71 % Kokslösch. Zu thonigen Sphärosideriten geht etwa $^1/_4$ mehr Kokslösche. Die Haufen werden nach und nach verlängert und erhöht.

b) Freie Haufen ohne eingemengtes Brennmaterial. In solchen Haufen werden Kohleneisensteine (Bd. I. S. 379) abgeröstet, welche meist die erforderliche Menge Steinkohlen enthalten, widrigenfalls man Steinkohlen einmengen muss. Je kohlenstoffreicher, um so dicker kommen die Stücke zur Anwendung. Die Röstung solcher Erze ist bei ihrer meist leichten Verschlackbarkeit und dem

---

1) Tunner, Leob. Jahrb. 1860. X. 303.

nie fehlenden Schwefelgehalt nicht ohne Schwierigkeiten. Je kohlenreicher, um so weniger hoch (2—2½ Fuss) macht man zur Verhütung einer Sinterung die Haufen, welche bei kohlenärmern 8—9 Fuss Höhe und 6—7000 Scheffel Inhalt haben können. Mit dem Kohlengehalt nimmt der Schwefelkiesgehalt der Erze meist ab. Gut geröstete Erze behalten ihre schiefrige Textur bei und sind je nach der Reichhaltigkeit mehr oder weniger roth, gesinterte haben ein blauschwarzes, schlackenähnliches Ansehen und zu schwach geröstete zerfallen und sind bröcklig.

Da die Entstehung reducirender Gase die vollständige Oxydation des Schwefels verhindert, so entfernt man denselben nach Grundmann [1]) am besten auf die Weise, dass man die Haufen mit Erzgrus bedeckt, nach der Röstung die an sublimirtem Schwefel reiche Decke wegräumt und die Haufen längere Zeit verwittern lässt. Da der Schwefelkies stets auf den Schichtungsflächen und Querklüften vorkommt, so kann man das Entweichen der Schwefeldämpfe dadurch befördern, dass man die grösseren Stücke mit ihren Schichtungsflächen thunlichst aufrecht in den Haufen stellt.

Zum Anzünden der Haufen umgibt man dieselben entweder mit einem 1 Fuss breiten und 1 Fuss tiefen Graben, den man mit Holz füllt, dieses anzündet und dann mit Eisenstein überdeckt; oder man bricht in Entfernung von 3 Fuss von einander 3 Fuss breite und 3 Fuss tiefe Löcher in die Haufen, welche mit Brennholz oder glühenden Eisensteinen gefüllt werden.

Bei der schwierigen Regulirung der Temperatur und des Luftzuges in ganz freien Haufen, welche bald zu einer Verschlackung, bald zu einer unvollkommenen Röstung des Erzes führt, hat man zur Erzielung einer gleichmässigeren Röstung in Westphalen [2]) Haufen von 120 Fuss Länge und 30 Fuss Breite mit 4 Fuss hohen Wänden aus groben Erzstücken umgeben, welche alle 12 Fuss Oeffnungen von

1) Grundmann, die Entschwefelung der Eisenerze der Grafschaft Mark etc. Hagen 1855.

2) Preuss. Ztschr. IX, 168. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 82. — Hartmann, Fortschr. I, 94.

1 Quadratfuss erhalten. Diese communiciren mit 3 Fuss tiefen, in die Haufen hineingehenden und mit Holz gefüllten Canälen. Im Innern des Haufens wird der grobe Eisenstein angehäuft, nach aussen hin und um die Canäle herum der kleine, um die Flamme aus letzteren besser nach Mitten zu leiten. Ist der Haufen völlig in Brand gekommen, so reisst man die losen Wände ein und wirft sie besonders da auf den Haufen, wo helles Feuer durchbrechen will. Ein Haufen von 10000 Scheffel Inhalt brennt etwa 4 Wochen und liefert 800—900 Scheffel schlecht gerösteten Stein; auf 100 Scheffel rohes Erz kommen 7⅓ Sgr. Röstkosten.

Da bei einem grossen Schwefelkies- und Kohlengehalt der Erze die Hitze leicht so gross wird, dass die Erze fritten und in die Sohle eindringen, während die Oberfläche zu kühl bleibt, so wird in Westphalen der etwa 2 Fuss hohe Haufen vor dem Erkalten mit einer zweiten 2 Fuss hohen Schicht versehen und wohl noch eine dritte darauf gebracht, indem man gleichzeitig um den Haufen herum und auch hier und da in dessen Mitte einige Stücke Brennholz kreuzweis legt, auf dieses glühenden Eisenstein schaufelt und die abgebrochenen aufrecht stehenden Wände auf das Feuer bringt, welches dann ganz mit Eisenstein bedeckt wird. Zeigt sich helles Feuer, so werden die betreffenden Stellen mit frischem Erz zugedeckt; in todte Stellen gräbt man ein Loch und füllt dasselbe mit glühendem Eisenstein. Bei einem Gewicht 1 Scheffels Eisenstein von 173—195 Pfd. hat man 47—80 Pfd. Röstverlust. Die Röstkosten betragen auf 100 Scheffel rohen Stein 3⅔—4⅓ Sgr.

In Schottland[1]) und Staffordshire[2]) geschieht die Röstung der Kohleneisensteine in 1—3 Meter hohen Haufen auf einer Unterlage von Steinkohlen und betragen die Kosten pro Tonne (1000 Kilogr.) Erz 85 Centimes, nämlich 40 Cent. für Arbeitslöhne und 45 Cent. für 100—150 Kil. Steinkohlen. — Ausser in Schottland und Staffordshire wendet man nur noch zu Yniscedwyn und Ystalifera bei Swansea

1) Preuss. Ztschr. III. Bd. 70.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 211. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 21.

Haufenröstung an, sonst meist Schachtofenröstung. Zu Ynisccdwyn gehen auf 1 Tonne Eisenstein 200 — 250 Kil. Anthracit. Die Ofenröstung ist viel billiger, als die Haufenröstung; erstere kostet pro Tonne $2^3/_4$, letztere 6 Pence.

Stadelröstung.

2) Röstung in Stadeln (Bd. I. S. 380). Dieselbe gestattet zwar eine bessere Regulirung der Hitze und des Luftzuges und in Folge dessen eine vollkommnere Röstung, als die vorige Methode, aber die Arbeitslöhne für das Ein- und Ausfahren des Steins erhöhen sich und man hat nicht die Sicherheit der Röstung in Oefen mit besserer Ausnutzung des Brennmaterials.

Die Röststadeln sind, je nachdem die Erze mulmig oder fest, 6 — 12 Fuss hoch, enthalten zweckmässig zwei Reihen etwa 3 — 4 zölliger Zuglöcher in 3 Fuss Entfernung von einander; die unterste Reihe befindet sich nahe an der Sohle, die zweite 2 — 3 Fuss darüber. Grössere Stadeln erhalten im Innern einen oder mehrere durchbrochene Zugschächte, auch führt man wohl unter der Sohle hin Zugcanäle, welche rostartig mit Eisenstäben überdeckt sind (Ilsenburg). Fehlen die unteren Züge, so muss eine 8—12 Zoll hohe Holzlage als Sohle gegeben werden.

Die Ilsenburger Stadeln haben bei 19 Fuss 7 Zoll Länge, $12^1/_2$ Fuss Breite und 6 Fuss Höhe etwa 600 Cbfss. Inhalt und man röstet darin 150 Fuder[1]) Stein mit 135 Maass à 10 Cbfss. Siebkohlen und 630 Stück Waasen ab. Auf die Sohle kommt zunächst eine 6 Zoll hohe Eisensteinslage, darauf Waasen und Siebkohlen, zusammen $1^1/_4$ Fuss hoch, zwei Schichten Stein- und Brennmaterial, und zwar als letzte Schicht Brennmaterial und Siebkohlen und auf diese dann noch eine $1^1/_4$ Fuss hohe Steinlage.

Beim Abrösten von thonigen Sphärosideriten in einer 12 Fuss langen, $8^1/_2$ Fuss breiten und 9 Fuss hohen, 6 — 7 Tage brennenden Stadel braucht man auf 100 Pfund Erz

---

1) Auf den Harzer Eisenhütten rechnet man 1 Fuder auf der Halde = 10 Maass à 2,36 Cbfss. = 23 Cbfss. 828 Cbzll. (gilt beim Rösten), 1 Fuder auf der Hütte nach Abrechnung des Einriebes und Verlustes = 9 Maass = 21 Cbfss. 432 Cbzll., 1 Fuder im Möller, incl. Röstverlust und Krümpfmaass = 7,62 Maass = 18 Cbfss.

0,3—0,4 Cbfss. Scheitholz oder 6—8 $^0/_0$ Kohlenlösche. Mulmige Erze erfordern 9—12 Tage Brandzeit.

Sonstige Beispiele über Stadelröstung sind Band I. S. 383, 385 mitgetheilt.

chachtofen-röstung.

3) Röstung in Schachtöfen (Bd. I. S. 397). Diese am häufigsten angewandte Röstmethode erfordert zwar einen grösseren Aufwand an Arbeitslöhnen, als die vorhergehenden, gestattet aber die beste Ausnutzung eines geringeren Brennmaterials, eine sicherere Leitung der Temperatur und in Folge dessen eine zweckmässige Röstung. Die summarischen Kosten sind trotz der höheren Arbeitslöhne beim Schachtofenrösten niedriger, als bei Haufenröstung. So ersparte man z. B. bei ersterer in England auf die Tonne (20 Ctr.) 5 Sgr., im Siegen'schen auf die Preuss. Tonne à $7^1/_9$ Cbfss. $4^1/_2$ Sgr., am Harze pro Fuder (S. 119.) $2^1/_2$ Sgr. etc. Die Production kann pro Mann beim Haufenrösten grösser sein, als beim Schachtofenrösten.

fenconstructionen.

Am zweckmässigsten werden die Oefen nach dem Rumford'schen Principe mit continuirlichem Gange eingerichtet, wobei man das Erz früher oder später, je nachdem es seine Beschaffenheit erfordert, unten ausziehen und

besten einen oben cylindrischen, nach unten sich etwas verengenden Ofen anwenden können.[1])

Für grössere Dimensionen (über 2 Meter Durchmesser) zieht man den runden Oefen rechteckige mit abgestumpften Ecken vor (England), in denen die Temperatur gleichmässiger und die Arbeit regelmässiger ist. Es rücken nämlich bei runden Oefen die Massen in der Mitte rascher nieder als am Rande, indem sie hier durch die Reibung an den Wänden zurückgehalten und durch letztere abgekühlt werden. In Folge dessen können leichtflüssige Erze in der Mitte sintern, während sie an der Peripherie nicht Hitze genug erhalten.

Die Höhe der Oefen richtet sich hauptsächlich nach der Korngrösse und Schmelzbarkeit des Erzes; bei Stufferzen geht man bis 20 Fuss Höhe und darüber. Zu enge Oefen ersticken leicht, zu weite erhitzen sich ungleichmässig; eine passenden Weite ist 6—8 Fuss. Zweckmässig bringt man auf einem Eisenkreuze an der Gicht einen Eisenkegel an, welcher beim Aufstürzen der Erze dieselben so vertheilt, dass sie in der Mitte lockerer liegen, als an den Wädenn (Ilsenburg).

Man verbraucht auf 100 Pfd. Erz etwa 2,14—3 % Kokslösche, bei Zusatz von Holzkohlenlösche je nach der Korngrösse eine gleiche Menge oder $^1/_3$—$^1/_4$ mehr, von Gruskohlen eine der Kohlenlösch dem Volum nach gleiche Menge.

Befeuerungsmethoden.

Die Schachtröstöfen unterscheiden sich hauptsächlich durch die Art ihrer Befeuerung und diese hat wiederum Einfluss auf die mehr oder weniger oxydirende Wirkung. Danach unterscheidet man:

a) Schachtöfen mit eingeschichtetem Brennmaterial. Erz und Brennmaterial werden in abwechselnden Lagen in den Ofen eingetragen und man regulirt die Temperatur hauptsächlich durch das Mengenverhältniss zwischen Erz und Brennstoff. Solche Oefen empfehlen sich durch eine sehr vollständige Ausnutzung des Brennmaterials, lassen aber keine kräftig oxydirende Wirkung zu, weil das in den Brennmaterialschichten erzeugte Kohlenoxydgas eine

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 349.

solche verhindert; wo die Erzschichten mit den Brennmaterialschichten im Contact sind, tritt leicht eine Sinterung, selbst bei Eisenoxyd haltenden Erzen ein, indem das Eisenoxyd zu schwarzem Oxyduloxyd reducirt wird; die Asche des Brennmaterials kann das Erz mit schädlichen Stoffen verunreinigen. Für schwefelkiesreiche Erze findet bei den WAGNER'schen Röstöfen zu Mariazell der meiste Luftzutritt statt.

Diese Befeuerungsmethode eignet sich demnach besonders für schwefelfreie, dichte, oxydische Erze, welche nur durch die Hitze aufgelockert werden sollen. Wasserdämpfe lassen sich hier mit weniger Vortheil als in Flammschachtöfen anwenden, weil sie durch das glühende Brennmaterial zerlegt werden (Bd. I. S. 175), indessen können sie doch wirksamer sein, als blosser Luftzutritt (IHNE'sche Oefen im Siegen'schen).

Je nach der leichtern oder schwierigeren Verbrennlichkeit des Brennstoffs hat der Ofen einen auch die Oxydation und gleichförmige Röstung befördernden Rost von verschiedener Einrichtung (Plan-, Kegel-, Treppen-, Sattelrost) oder nicht; auch kommt gasförmiges Brennmaterial zur Anwendung.

Oefen ohne Rost.

α) Oefen ohne Rost für leicht verbrennliches Brennmaterial (Holz, Tannzapfen, Kohlenlösch, Torf etc.) und gröberes Erz, zu welchem die Luft durch die Ausziehöffnungen eintritt. Zur Berförderung des Ausziehens des Röstgutes haben die Oefen entweder auf der Sohle einen Abrutschkegel (Zorge, Ilsenburg, St. Stephan, I. 400 etc.) oder sie sind bei planer Gusseisensohle nach unten zusammengezogen (Lerbach a. Harz).

Zu Lerbach (B. I. S. 400; Taf. VII. Fig. 154) röstet man kalkige und kieselige Rotheisensteine, und zwar gehen auf 1 Fuder (S. 119) der ersteren 0,5 Maass à 10 Cbfss Quandelkohlen und 8 Stück Waasen, der letzteren 0,67 Maass Kohlen und 13,3 Stück Waasen. 2 Arbeiter rösten täglich 13—14 Fuder und erhalten pro Fuder geröstetes Erz $2\frac{1}{2}$ Sgr. Beim Rösten von Braun- und Thoneisensteinen stellt sich die Production um $\frac{3}{8}$ und die Röstkosten per Fuder um $2\frac{1}{2}$ Sgr. höher.

Zu Zorge röstet man in einem quadratischen Ofen von 15 Fuss 6 Zoll Höhe, 4 Fuss unterer und 3 Fuss 4 Zoll

oberer Weite mit 2 Fuss weiten und hohen Ausziehöffnungen in 24 Stunden 130 Cbfss. Roth- und Brauneisensteine mit 40,3 Cbfss. kleinen Kohlen, während beim Haufenrösten auf dieselbe Erzmenge 65,5 Cbfss. Kohlen gingen.

Zu Ilsenburg verbraucht man in einem quadratischen nach unten sich etwas erweiternden Röstofen pro Fuder à 18 Cbfss. reinen Rotheisenstein 1 Maass à 10 Cbfss., reinen Brauneisenstein ½ Maass, kalkigen Eisenstein 1 Maass, kieseligen Eisenstein ½ Maass, kieseligen und kalkigen ¾ Maass Siebekohlen. Auf die Sohle des Ofens kommt zunächst eine Lage Waasen, welche mit einer der Härte des Steines entsprechend hohen Lage von Siebkohlen überschüttet wird; dann folgen 4 Maass Eisenstein und jetzt abwechselnde Lagen von Brennmaterial und Erz. Man röstete in einem Monate in 5 Oefen 306 Fuder Erz mit 364 ¼ Maass Kohlen ab.

Dem Stadelrösten (S. 119) werden die weniger festen reinen Braun- und Rotheisensteine übergeben.

Ueber der Gicht der Röstöfen liegt ein Eisenkreuz mit daraufruhendem Kegel in der Mitte, welcher beim Aufstürzen des Erzes veranlasst, dass dieses in der Mitte lockerer zu liegen kommt, als an den Wänden.

In England [1]) röstet man auf den Hütten von Wales und Cleveland die Erze in Schachtöfen mit rectangulairem Querschnitt und gebrochenen Ecken, in denen sich bei grösseren Dimensionen eine gleichmässigere Temperatur und ein gleichmässigeres Niedergehen der Chargen bewerkstelligen lässt, als in runden Oefen. Bald sind sie oben weiter als unten (Dowlais), bald umgekehrt (Sir-Howy). Die Oefen von Dowlais haben 6 Meter Länge, 3 Meter Breite und 4—5 Meter Höhe, die von Sir-Howy theils 8—10 Meter Länge, 3 Meter Breite und 6—7 Meter Höhe, theils bei derselben Höhe und Breite nur 4—5 Meter Länge, und geben dann in letzterem Falle in 24 Stunden 35 Tonnen geröstetes Erz. Ein Ofen mit 70 Ton. Inhalt kann in 24 St. 20 Ton. Erz rösten. Die Ausziehöffnung von 0,5—0,6 Meter Höhe befindet sich an einer der langen Seiten und nimmt dieselbe

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 211. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 22.

ganz ein; über derselben sind eine Reihe Canäle zur Luftzuführung angebracht. Die Erze werden fehlerhafter Weise oft in sehr grossen Stücken chargirt. Zu den Erzen aus der Steinkohlenformation verbraucht man 5 % ihres Gewichtes Kohlenklein, 1/3 weniger, als bei der Haufenröstung.

Oefen mit Rost.

β) Oefen mit Rost, welche eine gleichmässigere Luftzuführung und Verbrennung gestatten, auch bei dichterem Brennmaterial, wie Kokslösch, gute Dienste leisten. In Betreff der Einrichtung des Rostes lassen sich unterscheiden:

Planrost.

αα) Oefen mit Planrost, am häufigsten angewandt. Der etwa 3 — 4 Fuss über der Hüttensohle anzubringende Rost von 2 — 2 1/2 Fuss Quadrat besteht zweckmässig aus zwei Hälften Roststäben von Schmiedeeisen, 1 1/2 Zoll breit und 1/2 Zoll dick, in der Mitte durch einen Querbalken unterstützt und beweglich, so dass man sie behuf Auslassens von Erz ganz oder theilweise herausziehen kann. Man bringt aber auch wohl seitliche Ziehöffnungen an und der Rost bleibt in Ruhe. Das Ausziehen der Stäbe ist mühsam und stört den Betrieb, namentlich wenn derselbe nicht continuirlich ist.

zieht und füllt alle 12 Stunden den Ofen etwa bis zur Hälfte, welcher 6 Gichten Erz à 15 Ton. à 5 Ctr. und 6 Gichten Brennmaterial à $1\frac{1}{2}$ Tonne fasst. Zu Gleiwitz und Königshütte erfordern 100 Pfd. Erz bei 28% Röstverlust 0,13 Cbfss. Steinkohlenklein, auf anderen oberschlesischen Hütten pro Tonne 2 — 2,7 Cbfss. Holz oder 1 — 2,3 Cbfss. Holzkohlen bei 1 Sgr. Röster- und 13 Pf. Klopferlohn.

Zu Vordernberg (Bd. I. S. 401) gibt man Kohlengichten von 31 — 34 Cbfss. und Erzgichten von 78 Ctr. auf, von denen in 14 Stunden je nach der Beschaffenheit des Erzes (Spath- oder Brauneisenstein) 3 — 6 durch den Ofen gehen, indem man den Rost 3 mal lüftet. Man wendet in Steyermark[1]) ausser den Vordernberger Oefen auch solche von der Gestalt einer abgestumpften 4 seitigen Pyramide von 8 — 12 Fuss Höhe, 5 Fuss oberer und $3\frac{1}{2}$ — 4 Fuss unterer Seitenlänge an, welche auf 1 Ctr. Spatheisenstein bei 19—20% Röstverlust 0,3—0,4 Cbfss. = 3—4 Pfd. Kohlenlösch erfordern. Der Rost findet sich 4 Fuss über dem Boden und die Roststäbe sind mit Handhaben versehen.

Zu Witkowitz[2]) braucht man für thonige Sphärosiderite 2,25 % Kokslösch und gibt soviel davon auf, dass die grösste Weite des Schachtes 5 — 6 Zoll hoch damit bedeckt sein könnte, also in einem Ofen von 6 Fuss Durchmesser 12 Cbfss. = 300 Pfd. Kokslösch. Von Holzkohlenlösch braucht man $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}$ mehr und gibt die Brennmaterialgicht dem Volum nach um die Hälfte grösser. 100 Pfd. Grieskohlen tragen 500 — 550 Pfd. thonigen Sphärosiderit, halb aus Stuff-, halb aus Kleinerz bestehend. Man zieht täglich $\frac{1}{6}$—$\frac{1}{4}$ des Ofeninhalts heraus.

Zu Trzinitz[3]) in Oesterreich-Schlesien werden die wegen ihres Sand- und Thongehaltes einer starken andauernden Hitze bedürftigen Karpathensphärosiderite (S. 76) in aus Kärnthen entlehnten Oefen von 18 Fuss Höhe, oben

---

1) Tunner's Leoben. Jahrb. 1842. S. 136. — Oesterr. Ztschr. 1855 S. 126. — B. u. h. Ztg. 1855. S. 174.
2) Leoben. Jahrb. 1861. X, 308.
3) Oesterr. Ztschr. 1857. S. 269.

und unten 4 Fuss und 3 Fuss unter der Gicht von $5^1/_4$ Fuss Weite geröstet. Man gibt Chargen von 4 Cubikfuss Steinkohlen- und Holzkohlenlösch und 12 Cubikfuss Erz, und verbraucht 4 Pfd. Brennstoff auf 1 Ctr. Erz.

Im Siegen'schen[1]) (Bd. I. S. 401) fassen die Röstöfen 65 Tonnen à $7^1/_9$ Cubikfuss und man lässt Lagen von 5 Tonnen Eisenstein mit solchen von $^5/_4$ Scheffel Cinders wechseln. Während 3 Tagen macht man durch Feuern mit etwa 150 Pfd. Holz auf dem unteren Rost den Ofen glühend, bewirkt dann durch Wegziehen der oberen Roststäbe das Herabfallen von etwa 15 Tonnen gut geröstetem Erz, füllt den Ofen wieder mit Lagen von 5 Tonnen Eisenstein und 1 Tonne Cinders und kann nach weitern 14 noch 15 Tonnen fertig gerösteten Eisenstein ziehen. Man röstet so ohne Unterbrechung Monate lang fort und erhält täglich an 15 Tonnen sehr gut gerösteten Stein, indem man gegen das frühere Haufenrösten auf die Tonne $4^1/_2$ Sgr. spart.

Der Siegen'sche Ofen ist von Ihne[2]) dadurch als Dampfröstofen (Taf. I. Fig. 3) vorgerichtet, dass man Wasserdampf durch das 2 Zoll weite Dampfrohr *b* aus gezogenem Eisen in einen hohlen eisernen Kegel *a* von 10—12 Zoll Durchmesser an der Sohle und 18—20 Zoll Höhe leitet. Dieser hat eine grosse Menge kleiner Löcher, deren Verstopfung die Kraft des ausströmenden Wasserdampfes und ihre Kleinheit entgegenwirkt. Von 3 Armen *c* getragen, welche sich auf die Gussstücke *d* stützen, befindet sich derselbe in solcher Höhe, wo die Einwirkung der Wasserdämpfe am vortheilhaftesten beginnt. *f* Luftzüge. Solche Oefen sind zwar wirksamer zur Zerlegung von Schwefelmetallen, als die gewöhnlichen, stehen aber den Flammschachtöfen nach.

Zu Seraing röstet man in einem Ofen in 24 Stunden 200 Ctr. Erz mit 72 Cubikfuss Nusskohlen und 72 Cubikfuss Koksklein bei $3^1/_2$ Sgr. Kosten.

Auf französischen Kokshütten erfolgen in 24 Stunden 300—400 Ctr. Erz bei einem Verbrauche von $4^1/_2$ bis $5^1/_2$ Pfd. Steinkohlen pro Ctr.

1) Carnall, preuss. Ztschr. III. A. 186. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1860. S. 28.

2) Schles. Wochenschr. 1861. S. 276. — Hartmann, Fortschr. V, 90.

Kegel- und Sattelrost.

ββ) Oefen mit Kegel- oder Sattelrost zur Erleichterung des Ausziehens der Erze. Bei einem Ofen mit Kegelrost (Bd. I. S. 401) zu Neudeck in Böhmen bedeckt man zunächst den Rost bis 1 Fuss über die Spitze mit 30 Cubikfuss Kohlenlösche, setzt darauf 220 Cbkfss. Erz, dann 24 Cbkfss. Lösche, 200 Cbkfss. Erz, 20 Cbkfss. Lösche und zuletzt nochmals 200 Cbkfss. Erz. Nach dem Anzünden verschliesst man die Ziehöffnungen und entleert den Ofen nach 48 Stunden ganz, worauf er eine neue Füllung erhält.

In Mägdesprung am Harz (Bd. I. S. 402) röstet man in Oefen mit Sattelrost (Schweinerücken) in 24 Stunden 125 Cbkfss. Sphärosiderit oder 108 Cbkfss. Spatheisenstein mit resp. 19,3 und 15,7 Cbkfss. harten Quandelkohlen, während man bei der früheren Haufenröstung resp. 81,8 und 65,7 Cbkfss. verbrauchte.

Treppenrost.

γγ) Oefen mit Treppenrost. Solche Oefen geben zu Mariazell[1]) (Taf. I. Fig. 1) sehr günstige Resultate. *a* gusseiserner Treppenrost. *b* Ausziehöffnungen. *c* Ablaufbahn. *d* Rauhgemäuer. *e* Kernschacht aus gewöhnlichen Barnsteinen. *f* Füllung.

Der Ofen fasst 800 Ctr. Spatheisensteine, die Chargen bestehen aus 100 Ctr. Erz und 23 Cbkfss. Kohlenlösche. Man röstet in 24 Stunden 80—100 Ctr. Erz und braucht auf 1 Ctr. geröstetes Erz etwa 2 Cbkfss. Kohlenlösche. Gegen die frühere Meilerröstung mit Holz hat man ganz wesentlich gespart.

Für schwefelkiesreiche Spatheisensteine, welche eines bedeutenden Luftzutrittes bedürfen, hat Wagner[2]) zu Mariazell den Ofen dahin modificirt, dass er das Aeussere desselben aus eisernen, in Zwischenräumen über einander liegenden Ringen bestehen lässt und in der Mitte des runden Ofens einen aus durchbrochener Mauerung bestehenden Zugschacht anbringt. Eine weniger kostspielige und auf demselben Princip beruhende Röstofenconstruction findet sich in der Gollrath, Gusswerk Mariazell (Taf. I. Fig. 2). *A* zwei

1) Oesterr. Ztg. 1856. S. 31; 1858. S. 227, 253.
2) Rittinger's Erfahr. 1860. S. 38. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 103; 1862. S. 56. — Oesterr. Ztschr. 1859. No. 32.

$10\frac{1}{2}$ Klftr. à 6 Fuss lange Räume, durch die Scheidewand *a* von einander der Länge nach getrennt und durch etwa $2\frac{1}{2}$ Fuss breite dachförmige Mauern *b* in ihrem unterem Theile in zehn $4\frac{1}{4}$ Fuss lange Abtheilungen getheilt. Jede derselben ist auf dem Boden mit einer eisernen Abrutschplatte *c* versehen, auf deren unterem Theil die glühenden Eisensteine aus dem Rohr *d* mit Wasser bespritzt werden können. *e* hohler Raum, an den Längsseiten des Ofens sich hinziehend, durch die Züge *f* mit der äussern Luft communicirend, welche dann durch die Züge *g* ins Innere des Ofens gelangt. *h* Züge an den schmalen Ofenseiten. *i* Züge in der Scheidewand *a*, durch die Canäle *k* und *l* mit der Aussenluft in Verbindung. *m* Eisenplatten. *n* Wasserbehälter.

Flammenschachtöfen.

b) Flammschachtöfen. Diese Oefen haben vor den vorhergehenden nachstehende Vorzüge: kräftigere Oxydation bei schwefel- und oxydulhaltigen Erzen, bessere Regulirung der Hitze und in Folge dessen weniger leichte Verschlackung des Eisensteins, Nutzbarkeit eines schwefelhaltigen Brennmaterials, wobei das Röstproduct doch rein ausfällt, und wirksamere Anwendbarkeit von Wasserdämpfen (Bd. I. S. 26, 39) zur vollständigeren Zerlegung von Schwefel- und Arsenmetallen. Dagegen erfordern die Flammschachtöfen mehr (das $\frac{1}{2}$—2fache) Brennmaterial, welches möglichst langflammig sein muss, und ein grösseres Inventar an Eisenwerk, sind häufiger Reparaturen bedürftig und eignen sich weniger für mulmige Erze, welche der Flamme den Durchzug versperren. Man vermindert dies dadurch, dass man sich die Oefen nach unten erweitern lässt. Der Flächeninhalt des Rostes richtet sich nach der Beschaffenheit des Brennmaterials; bei zu grossem Roste ist der Brennstoffaufwand zu bedeutend, bei einem zu kleinen die Flamme nicht wirksam genug.

Die Oefen unterscheiden sich in ihrer Construction, je nachdem die Feuerung an den Seiten oder im Innern liegt und ob man Wasserdampf anwendet oder nicht.

Seitliche Feuerung.

α) Oefen mit seitlicher Feuerung. Dieselben sind weniger in Anwendung, weil namentlich bei weiteren Oefen und kleineren Erzen die an den Seiten eintretende Flamme das Bestreben zeigt, an den Wänden aufzusteigen. Durch Anbringung eines mit $\frac{3}{4}$—1 Zoll weiten Löchern versehe-

nen und die Gicht um 6—8 Fuss überragenden eisernen Rohres von 7—8 Zoll Durchmesser sucht man wohl die gleichmässige Vertheilung der Flamme zu erzielen, allein solche Constructionen sind zu wandelbar. Man gibt den Oefen zweckmässig 10—12 Fuss Höhe, 5½—6 Fuss Weite am Boden und 4½—5 Fuss Weite an der Gicht. Zu hohe Oefen erschweren den Durchgang der Flamme und veranlassen Russausscheidung. An der Aussenseite des Ofens liegen 2 oder 3 kleine Feuerungen, zwischen je 2 derselben befindet sich eine Ausziehöffnung und die Sohle hat einen Abrutschkegel (Bd. I. S. 403). Bei kurzflammigem Brennmaterial legt man den Rost tiefer.

Innere Feuerung.

β) Oefen mit der Feuerung im Innern. Dieselben gestatten eine gleichmässigere Vertheilung der Hitze, welche auch wohl noch durch Einmengen von etwas Brennmaterial befördert wird, und sind, hauptsächlich aus Schweden und Norwegen stammend (Bd. I. S. 403), am häufigsten angewandt, und zwar zuweilen bei Zuführung von Wasserdampf.

αα) Oefen ohne Wasserdampfzuführung. Die Befeuerung geschieht entweder auf einer soliden Unterlage ohne Rost, wie zu Stafjö in Schweden (Bd. I. S. 404), oder weit häufiger auf einem Roste, welcher entweder von einem durchbrochenen Eisendache, Schweinerücken, mit horizontalen Zwischenräumen (Åker in Schweden, Bd. I. S. 404) oder mit vertikalen Zwischenräumen (Altenau, Bd. I. S. 404) oder mit einem soliden Dache bedeckt ist, in welchem letzteren Falle durch seitliche Oeffnungen unter demselben die Flamme vom Rost in den Ofen gelangt.

In den schwedischen Oefen [1]) röstet man je nach ihrer Grösse in 24 Stunden 100—200 metr. Ctr. Erz mit einem Verbrauch von 3—5 Stère Holz und 2—6 Stère eingemengter Kohlenlösche (zusammen für 8,25 Frs.) auf 100 metr. Ctr. Erz; gesammte Röstkosten dafür 13 Frs.

Zur Altenauer Hütte (Bd. I. S. 404) fasst der Ofen etwa 24 Fuder (S. 119) = 566,4 Cbkfss. Eisenstein. Man gibt Morgens und Nachmittags jedesmal 4 Fuder Eisenstein

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 93.

mit $1\frac{1}{2}$ Maass à 10 Cbkfss. Tannzapfen gemengt auf und bedeckt die Charge zum Zusammenhalten der heissen Gase mit 3—4 Karren kleinem Stein. Die Feuerung geschieht mit Waasen und Tannzapfen und zieht man täglich zweimal zu den genannten Zeiten 4 Fuder, zusammen 8 Fuder, gerösteten Stein aus, so dass derselbe 3 Tage im Ofen bleibt. Auf diese 8 Fuder gehen 120 Stück Astwaasen und 5 Maass Tannzapfen. Die Röstkosten betragen pr. Fuder 7 Gr. 6 Pf., beim Haufenrösten 18 Gr. 6 Pf. Die Brennmaterialkosten sind bei der Ofenröstung pr. Fuder um 13 Gr. 2 Pf. billiger, der Arbeitslohn dagegen 2 Gr. theurer.

$\beta\beta$) Dampfröstöfen. Diese Oefen, 1843 zuerst zu Dals-Bruck in Finnland (Bd. I. S. 405) von Nordenskjöld mit Vortheil für schwefelhaltige Erze bei Holzfeuerung in Anwendung gebracht, sind auch in Schlesien[1]), z. B. zur Vorwärtshütte, eingeführt und von dort nach Hörde[2]) zum Rösten der schwefelhaltigen Kohleneisensteine verpflanzt, wo man täglich 50 Tonnen Eisenstein darin durchröstet. Bei der Construction von Nordenskjöld treffen die Dampfstrahlen nur die dem durchlöcherten Ausströmungsrohre zunächst liegenden Erze, welchen Mangel Ihne[3]) dadurch zu beseitigen sucht, dass derselbe statt des horizontalen Dampfrohres einen durchlöcherten eisernen Kegel (S. 126) auf den Schweinerücken setzt.

Beim Rösten von Kohleneisenstein für sich (Hörde) oder mit Magneteisenstein zusammen (Vorwärtshütte) findet, trotz Beibehaltung der Nordenskjöld'schen Ofenconstruction, keine eigentliche Rostfeuerung statt, sondern es dient die im Erze enthaltene Kohle mit als Brennmaterial. Dadurch gehen diese Oefen in solche ohne Flammenfeuerung über und werden den Ihne'schen im Siegen'schen (S. 126) ähnlich, indem der Rost nur zur Luftzuführung dient.

Zur Vorwärtshütte bei Hermsdorf hat der Nordenskjöld'sche Ofen 25 Fuss Höhe und 6 Fuss Gichtdurch-

---

1) Allgem. b. u. h. Ztg. 1861. S. 232. — Schles. Wochenschr. 1859. No. 18. — Hartmann, Fortschr. V, 106.
2) Berggeist 1861. S. 536.
3) Schles. Wochenschr. 1861. S. 279.

messer; von der Gicht erweitert sich derselbe nach unten zu konisch bis auf den cylindrischen Schacht von 9 Fuss Durchmesser und 6 Fuss Höhe, in welcher letzteren das Dampfrohr liegt. Man gibt zuerst eine 4 Fuss starke Lage von an Kohle sehr reichem Kohleneisenstein auf, darauf Holzspäne, Kohlen und Kohleneisenstein, Kohlen und Späne, dann Magneteisenstein und wieder abwechselnde Lagen Kohleneisenstein und Holzspäne. Nach der Füllung des Ofens zündet man ihn unten an und setzt Lagen von Kohlen- und Magneteisenstein nach, sobald der Inhalt bis auf die halbe Ofenhöhe herabgegangen.

Sobald sich der Ofen in Gluth befindet, lässt man alle halbe Stunde einige Minuten lang überhitzten Dampf von circa 36 Pfd. Spannung zutreten, wobei der gebildete Schwefelwasserstoff, damit er nicht in oberen Ofentheilen aufs Neue Schwefeleisen bildet, durch gleichzeitig zutretende Luft in Wasser und schweflige Säure verwandelt werden muss. Die rohen Erze enthalten 1—3 % Schwefel, welcher bei der Röstung fast vollständig entfernt wird. Durch Rösten ohne Wasserdampf lässt sich etwa nur die Hälfte des Schwefels entfernen, indem das Doppeltschwefeleisen nur in Einfachschwefeleisen übergeht. Man röstet täglich 100 Kübel Magneteisenstein à $2^1/_2$ Ctr. und 38 Kübel Kohleneisenstein à 2 Ctr.

Gasröstöfen.

c) Gasröstschachtöfen, über deren Zweckmässigkeit und Einrichtung das Nähere Bd. I. S. 405 mitgetheilt worden. Die neuen Gasöfen zu Danemora[1]) (I. 406) liefern in 24 Stunden über 400—500 Ctr. geröstete Magneteisensteine; der Ofen zu Hof (I. 408) kann täglich 400 Ctr. Röstgut produciren. Die sehr zweckmässig eingerichteten Oefen auf dem v. FRIDAU'schen Werke bei Vordernberg (I. 407), in welchem mit dem Spatheisenstein auch Kohlen aufgegichtet werden, gibt in 24 Stunden 50 Ctr. geröstetes Erz bei 27—33 % Röstverlust. Man lüftet täglich 3—4 Mal, sobald die oberste Gicht rothglühend wird, einige Roststäbe und lässt Röstgut so lange herausfallen, bis lebhaft rothglühende

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 210.

Stücke zum Vorschein kommen. Dann treibt man die Stäbe wieder ein und gibt eine neue Gicht.

Für Limonite hat WELKNER[1]) einen zweckmässig construirten Gasröstofen nebst Gasgenerator angewandt.

Enthalten die Gichtgase, sowie die zum Rösten angewandten Verkokungsgase geschwefelte Gase, so tragen solche nicht zur Verbesserung der Erze bei, weshalb BUSSIUS[2]) eine Construction angegeben hat, bei welcher die Gase den Eisensteins-Trocken- oder Röstofen in Canälen umziehen. Während sich in Westphalen die Röstkosten in Oefen auf durchschnittlich 5 Pf. pro Ctr. Erz stellen, so kommen sie im BUSSIUS'schen Ofen nur auf 2 Pf.

Flammofenröstung.

4) Röstung in Flammöfen. Diese Methode ist kaum gebräuchlich, da sie weniger fördert und mehr Brennmaterial und mehr Arbeitslöhne erfordert, als die vorherigen. WENIGER und PLATTNER empfehlen Flammöfen zum Rösten stark zerkleinerter Magneteisensteine, welche sich in grösseren Bruchstücken schwierig rösten lassen, indem sie oberflächlich leicht sintern und innen roh bleiben. Dieselben würden am billigsten mit Gichtgasen zu heizen sein.

Zweck.

§. 9. Verwittern der Eisensteine. Wie bereits (S. 95) bemerkt, setzt man die Eisensteine wohl schon vor dem Rösten dem Einfluss der Atmosphärilien aus (Verwittern, Abliegen, Ablagern), meist und wirksamer aber erst nach dem Rösten, und zwar entweder sofort oder zweckmässiger, nachdem das in Wasser abgelöschte glühende Röstgut zuvor zerkleinert ist. Vom Zwecke des Verwitterns war Bd. I. S. 102 die Rede; in den meisten Fällen soll das beim Rösten auf eine niedrigere Schwefelungsstufe zurückgeführte, weniger dicht gewordene Schwefeleisen durch Einwirkung der atmosphärischen Luft und Feuchtigkeit in löslichen Eisenvitriol umgewandelt werden (Bd. II. S. 581). Dieses Salz, auch bei zweckmässig geleiteter Röstung (S. 113) im frischen Röstgut vorhanden, wird dann beim Regnen oder durch

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 61 (mit Zeichnung).
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 329 (mit Zeichnungen).

künstliche Bewässerung ausgelaugt. Die Operation ist als beendigt anzusehen, wenn das abfliessende Wasser mit Chlorbarium und Eisenkaliumcyanid keine Reaction mehr gibt. Fehlt es an Laugwasser, so kann sich durch Einwirkung der Luft auf den Eisenvitriol unlösliches basisch schwefelsaures Eisenoxyd bilden (Bd. II. S. 581), welches dann im Erz bleibt, wenn man nicht nochmals eine Röstung folgen lässt. Arsenkies geht beim Verwittern allmälig in lösliches schwefelsaures Eisenoxydul und arsenige Säure über. Kupferkies wird durch die beim Rösten stattgehabte Entfernung seines Schwefelgehaltes auch zum Verwittern geneigter (Bd. II. S. 581). Kommt mit solchen Schwefelmetallen gleichzeitig Kalk vor, so bildet sich schon beim Rösten ein Theil Gyps durch die entwickelte schweflige Säure mittelst Contactwirkung, ein anderer beim Verwittern durch die Umsetzung der entstandenen schwefelsauren Metallsalze mit kohlensaurem Kalk oder Aetzkalk unter Abscheidung von Eisen- oder Kupferoxydhydrat. Da durch Auslaugen der Gyps entfernt werden kann, so wirkt vorhandener Kalk auf die Entfernung des Schwefels günstig, nicht aber auf die des Kupfers, wenn eine gewisse Menge von Kalk anwesend ist.[1]) 4 Theile Schwefel erfordern zur Gypsbildung 7 Theile Kalk.

Da geröstete kalkige Eisensteine wegen ihres Gehaltes an sich löschendem Aetzkalk stark zerfallen, so lässt man, wenn nicht absichtlich ein pulverförmiger Zustand des Eisensteins erstrebt wird (Ilsenburg), solche Erze kürzere Zeit verwittern, als z. B. kieselige, wobei die mit dem Verwittern verbundene Auslaugung ein bis mehrere Jahre dauern kann. Das Verwittern wird beschleunigt, wenn die Haufwerke eine solche Lage erhalten, dass sie, von allen Seiten ungeschützt bald dem Regen, bald dem Sonnenschein ausgesetzt sind, und öfters gewandt werden, so dass das Untere zu oberst kommt. Je vollständiger die Röstung, um so geringer kann die Zeit der Verwitterung sein (bis 5 Jahre). Zu Ilsenburg werden die zu Haufen aufgestürzten Erze, sobald sie durch atmosphärische Einwirkung hinreichend feucht geworden [illegible] rkleint, und zwar die kieseligen mehr,

Beispiele.

als die kalkigen, dann 2—3 Jahre der Verwitterung ausgesetzt und durch Zuleitung von Wasser in Gerinnen zu den 2—3½ F. hohen Haufen wiederholt ausgewässert, wenn die Erze kiesig sind. Nachdem sie in letzterem Falle hinreichend zerfallen, werden sie abermals gewalzt und nochmals während einiger Sommermonate ausgelaugt. Kieselige Roth- und Magneteisensteine erlangen erst nach mehrjähriger Verwitterung eine gewisse Mürbe, während die weicheren Braun- und Rotheisensteine sich bald an der Luft verändern. Die schwefelkiesreichen Braun- und Rotheisensteine werden einer längeren Verwitterung combinirt mit mehrjährigem Bewässern ausgesetzt. Auf Altenauer Hütte am Harze werden die Schwefelkies enthaltenden Magnet- und Rotheisensteine ohne künstliche Bewässerung nach dem Rösten 1 Jahr abgelagert, die kalkigen dagegen nur kurze Zeit.

Bei künstlicher Bewässerung bringt man die Haufen wohl auf Bühnen oder auf Abwitterungsteiche. Letztere bestehen z. B. zu Trzinitz[1]) in Schlesien aus mit 3—4 F. hohen Dämmen umgebenen vierseitigen Plätzen mit gepflastertem Boden. Auf diesem stürzt man nicht über 4—5 F. hoch 700 — 800 Kübel à 3 Cbfss. Karpathen-Sphärosiderite (S. 76) auf, lässt durch einen Graben Abends Wasser 1 — 2 F. hoch hinzu, welches sich durch Capillarwirkung bis zur Spitze der Haufen hinaufzieht, ohne, wie bei der Berieselung von oben, den Haufen zu verschlämmen, lässt Morgens das Wasser durch einen zweiten Canal wieder ab und gestattet der Luft freien Zutritt. Der gepflasterte Boden hat von den Rändern nach der Mitte zu Ansteigen und ein allgemeines Gefälle gegen den Abzugsgraben. Dieses Abwittern dauert gewöhnlich 2 bis 3 Jahre und 1 Kübel roher Eisensteine (= 220 oder 260 Pfund, je nachdem sie milde oder fest sind) wiegt nach dem Rösten und Abwittern etwa 200 Pfd. Der Erzplatz muss 3 Abtheilungen haben; in der einen wird zugeführt, in der andern ausgelaugt und in der dritten abgeführt.

Durch eine zweckmässig geleitete Röstung, Verwitterung und Auslaugung lässt sich ein Schwefelgehalt insoweit be-

---

1) Oesterr. Zeitschr. 1857. S. 270.

seitigen, dass derselbe durch Kalkzuschläge (S. 43) im Eisenhohofen nahe unschädlich zu machen ist.

Zweckmässige Korngrösse.

§. 10. **Zerkleinern der Eisensteine.** Die Grösse der Stücke des zu verschmelzenden Erzes richtet sich hauptsächlich nach der Reducirbarkeit desselben und der Höhe des Ofens, so dass ein hoher Ofen bei leicht reducirbaren Erzen gröbere Stücke — von 2 bis zu 8 Cbkzll. Grösse — vertragen kann, während man bei streng reducirbaren Erzen und niedrigeren Oefen nicht gern über 1 Cbkzll. grosse Stücke anwendet und dem Magneteisenstein gewöhnlich noch stärkere Zerkleinerung gibt. Wallnuss- bis Haselnussgrösse ist meist für Holzkohlenöfen üblich; für Koksöfen grössere Stücke. Feste locker liegende Kohlen gestatten die Anwendung kleinerer Erzstücke, als dicht liegende und leicht zertrümmerbare, indem letztere das Aufsteigen der glühenden Gase erschweren und die Wärme nur unvollständig ausnutzen lassen. Möglichst gleiche Grösse der Stücke befördert die Regelmässigkeit des Schmelzganges. Werden leichtflüssige Erze in zu grossen Stücken angewandt, so kann leicht eine Schmelzung vor der Reduction eintreten, weshalb z. B. Eisenfrischschlacken in sehr zerkleintem Zustande angewandt werden müssen.

Eine Pulver- oder Mehlform wird bei der Zerkleinerung meist vermieden, weil sich dabei das Erz zu dicht zusammenlegt; die aufsteigenden Gase suchen sich unnütze Auswege an den Ofenwänden, ja sogar durch die Formen und unter dem Tümpel durch, brennen erstere frühzeitig aus, entweichen unbenutzt aus der Gicht, die Erze rollen vor und kommen unvorbereitet, indem in den verschiedenen Zonen ein geringerer und ungleichförmiger Hitzgrad herrscht, ins Gestell, geben Veranlassung zur Gichtstaubbildung, in Folge dessen sich der Winderhitzungsapparat versetzt u. dgl. m. Folgen davon sind: grosser Kohlenverbrand, Rohgang, schlechtes Roheisen und frühzeitige Zerstörung des Kernschachtes. Fällt in Folge der gewählten Zerkleinerungsmethode viel Mehl, so muss das Möller stark befeuchtet werden. Nur selten erstrebt man absichtlich Mehlform der Erze bei der Zerkleinerung und Verwitterung zur Ersparung von Brennmaterial und Beförderung der Reactionen im Hohofen, muss

dann aber durch starkes Befeuchten des Möllers, Einbinden in Kalk (Eisenfrischschlacken), passende Ofenconstruction (besonders mit enger Gicht) und sehr sorgsamen Betrieb den sonst übeln Einfluss zu feinen Korns aufzuheben suchen (Ilsenburg)[1]), was aber meist nicht völlig gelingt. Lettige und mulmige Erze verhalten sich ebenso, wie zu stark zerkleinte.

Auf Schreckendorfer Hütte in der Grafschaft Glatz erhält man bei der Aufbereitung die Magneteisensteine in Schliegform (S. 92). Bei nicht zu starker Windpressung (5/8—3/4 Pfd. pr. Q.-Z.) und sorgfältiger Gattirung mit wallnussgrossen Brauneisensteinen und Zuschlägen sintern sie in der mittleren Zone des Ofenschachtes zusammen und veranlassen dann keine Uebelstände. Bei zu starker Windpressung wird der Schlieg aus der Gicht geblasen und es findet ein Kippen der Gichten und Durchrollen des Erzes statt.

Einen wesentlichen Einfluss auf den Schwefel-, Phosphor- und Siliciumgehalt des zu erblasenden Roheisens übt auch die Korngrösse des Erzes. Bei mehlartiger Beschaffenheit der Eisensteine findet die Reduction und Kohlung derselben meist nur unvollständig statt, es entsteht ein kohlenstoffärmeres Roheisen, welches geneigter ist, Silicium, Schwefel und Phosphor aufzunehmen, als ein völlig gekohltes (S. 19). Seitdem man zu Altenauer Hütte im Harze die Eisensteine durch einen Rost pocht, hat man bei erhöhtem Satze ein besseres Eisen erzeugt, als bei der früheren, mehr Mehl liefernden Pochmethode.

Zerkleinerungsmethoden.

Folgende Zerkleinerungsmethoden stehen in Anwendung:

Schlägeln der Erze.

1) Zerschlagen mit Handfäusteln. Dieses kostspielige Verfahren[2]) kommt in Anwendung, wenn nach der Röstung in freien Haufen noch schädliche Bestandtheile, welche sich durch die Hitze abgelöst haben (Schwerspath), abgeschieden werden sollen (Gittelder Hütte am Harze). Schwerspäthige Erze müssen zuweilen auf der Halde schon, um sie hinreichend von dieser Beimengung zu befreien,

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 130, 308.

2) Leistungen beim Schlägeln der Erze und Zuschläge: Leoben. Jahrb. 1861. X, 301.

weiter zerkleint werden, als es für die Schmelzung erwünscht ist (Königshütte am Harze). Sind keine schädlichen Bestandtheile aus dem Erze zu entfernen, so kann das Schlägeln nur bei sehr billigen Arbeitslöhnen Anwendung finden (Schweden).[1])

Pochwerk.

2) Pochen der Erze unter Stempeln.[2]) Dieses Verfahren liefert viel Staub, besonders bei kalkigen Erzen, und beim Nasspochen so feuchten Staub, dass der Ofengang leicht unregelmässig wird. Dieses auf den Oberharzer Eisenhütten übliche Verfahren empfiehlt sich besonders bei harten Erzen und man vermindert dabei die Staubbildung wesentlich und hat die Grösse des Korns in der Gewalt, wenn man statt einer soliden Pochsohle einen Rost (Altenauer Hütte am Harze) anwendet, so dass das hinreichend Zerkleinte durch dessen nach unten sich erweiternde Zwischenräume fällt und nicht wiederholt den Stempelschlägen ausgesetzt ist. Wenn kein Rost vorhanden, so wirft man das aus dem Pochtrog Fallende auf einen Haufen, von dem dann die groben Stücke abrollen und abermals unter die Stempel gebracht werden. Ein Mann pocht z. B. zu Lerbacher Hütte am Harz in einem 3 Stempelpochwerk täglich etwa 20 Fuder à 18 Cbkfss. Eisenstein durch.

Hammerwerk.

3) Pochen der Erze mittelst Poch- oder Patschhämmern. Dieses bei harten Erzen wohl in Anwendung kommende Verfahren liefert weniger Staub, als ein gewöhnliches Pochwerk und ist z. B. zu Finspang[3]) in Schweden sehr wirksam befunden. Der dasige Schwanzhammer macht 60 Schläge in der Minute und liefert in 1 Stunde 15—16 metr. Centner Erz. Ein solcher Hammer mit eisernem Gerüst liefert zu Neudeck[4]) in Böhmen in 24 Stunden über 240 Cbkfss. Haufwerk; 10 Cbkfss. Stuffwerk kosten 6 bis 8 Pf. zu pochen.

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 102.
2) Zeichnung von einem französ. Erzpochwerk: Jullien, Eisenhüttenkunde, deutsch v. Hartmann. 1861. S. 71.
3) B. u. h. Ztg. 1857. S. 102 (mit Zeichnung).
4) Weniger, pract. Schmelzmeister. 1860. S. 30 (mit Zeichnung).

Aufwerfhämmer waren früher am Harze[1]) durchweg im Gebrauche und hier und da findet man auch Dampfhämmer in Anwendung (Porta Westphalica).[2])

Walzwerk. 4) Walzen oder Quetschen der Erze. Bei diesem Zerkleinerungsverfahren fällt weniger Staub und ein gleichmässigeres Korn, als beim Pochen unter Stempeln und Hämmern, und die Förderung ist eine beträchtliche, jedoch dürfen die Erze nicht zu hart sein.

Zur Lerbacher Hütte am Harze bewährten sich früher Walzwerke um deswillen nicht, weil bei der damals üblichen Haufenröstung die Erze nicht hinreichend mürbe zum Verwalzen kamen.

Zur Ilsenburger Hütte liegen zwei Walzenpaare untereinander, von denen jedes eine geriffelte Walze hat. Die Walzen von $1\frac{1}{2}$ Fuss Länge und $1\frac{2}{3}$ Fuss Durchmesser machen pr. Min. 8 Umgänge, man walzt in einer 10stündigen Schicht 25—30 Fuder (S. 119) kalkigen Rotheisenstein und bezahlt für jedes Fuder gewalzten Stein 4 Sgr. Das Walzgut passirt einen Separationsrätter; zu Grobes kommt auf die Walzen zurück.

Zur Zorger Hütte am Harze liegen die 2 Fuss langen und 1 Fuss dicken oberen Walzen $1\frac{1}{2}$ Zoll, die unteren $\frac{1}{2}$ Zoll aus einander; eine Walze jeden Paares ist geriffelt, die andere glatt.

Zu Stafsjö[3]) in Schweden liefern zwei 60 Centim. dicke und 30 Centim. lange Walzenpaare in 1 Stunde 35 bis 40 metrische Centner Erz.

Die Erzquetsche zu Eisenerz[4]), zur Vermeidung der Bruchgefahr mit federnden Gestellsäulen, verarbeitet in 1 Stunde bei 36 Umgängen der Walzen pr. Min. 800 Ctr. Erz und kann man dieses Quantum auf 1200—1500 Ctr. vermehren.

1) Stünkel, Beschreib. d. Eisenbergwerke und Eisenhütten am Harze 1804. S. 252.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 156.
3) B. u. h. Ztg. 1857. S. 102.
4) Rittinger's Erfahrungen. 1859 (mit Zeichnungen).

5) Zerbrechen mittelst maschineller Vorrichtungen. WHITNEY's Quetschmaschine [1]), welcher das Princip des Kniehebels zum Grunde liegt, soll in ihrer Leistung und in Betreff des Kostenpunctes alle vorhandenen Zerkleinerungsmaschinen übertreffen. In Amerika werden auf den Werken der Trenton-Eisencompagnie davon in 10 Stunden 1000 Centner, zu Pittsburg mit 5 Pferdekraft stündlich 200—240 Ctr. Eisenglanz verarbeitet. Auch zur Georg Marienhütte bei Osnabrück [2]) hat sich diese Maschine wohl bewährt.

Kniehebelpresse.

§. 11. Gattiren der Eisensteine. Damit bei dem geringsten Brennmaterialaufwande aus Eisensteinen beim Verschmelzen Roheisen von einer bestimmten Qualität erfolgt, ist es erforderlich, dass die erdigen Beimengungen bei der Schmelztemperatur des Roheisens zu Schlacke schmelzen und deren Menge zu der des abgesonderten Roheisens in einem bestimmten Verhältnisse steht, damit letzteres gegen störende Einflüsse geschützt wird.

Allgemeines.

Nur selten erfüllen die Eisensteine, wie z. B. manche mit Granat und Augit gemengten Magneteisensteine Schwedens, manche Steyersche Spatheisensteine, ohne Weiteres diese Bedingungen, meist müssen sie aber durch eine zweckmässige Gattirung und Beschickung herbeigeführt werden.

Unter dem Gattiren der Eisensteine versteht man ein Vermengen ärmerer und reicherer Erze zu einem bestimmten Durchschnittsgehalt, der sich erfahrungsmässig als für das Eisenausbringen und die Qualität des Eisens am vortheilhaftesten herausgestellt hat. Dabei sucht man gleichzeitig solche Erze mit einander zu vermengen, deren Erden sich beim Schmelzen unterstützen. Verhüttet man zu eisenreiche Erze, so fehlt es an der erforderlichen Menge schlackengebender Bestandtheile, das Roheisen ist vor der Form und im Herde des Hohofens gegen die Einwirkung der Gebläseluft und der gebildeten Kohlensäure nicht hin-

Zweck des Gattirens.

Verhalten eisenreicher Gattirungen.

1) GÄTZSCHMANN's Aufbereitung. 1863. S. 534. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 276.

2) B. u. h. Ztg. 1863. S. 250, 344. — Oesterr. Ztschr. 1863. S. 148.

reichend geschützt, es wird entkohlt, verbrannt und verschlackt und zwar um so mehr, je stärker die Windpressung. Daher bedarf es bei Anwendung von Koks oder einer strengflüssigen Beschickung im Allgemeinen einer grösseren Schlackenmenge, also einer eisenärmeren Beschickung, als bei Holzkohlen oder einer leichtflüssigen Beschickung, bei Erzeugung von grauem Roheisen mehr, als bei weissem (Bd. I. S. 842). Bei Holzkohlenöfen reicht meist ein Verhältniss von 70 bis 80 Schlacke zu 100 Roheisen aus, bei Koks ein solches von 1—2 : 1 und darunter; bei leichtflüssigen Holzkohlen-Beschickungen, also bei erforderlicher schwacher Windpressung, kann, z. B. in Kärnthen, das Verhältniss auf 40 : 100 sinken.

Da das Verschmelzen reicherer Beschickungen auf den Brennmaterialverbrauch günstig wirkt, so ist man in England[1]) und Belgien[2]) nicht ohne Erfolg bemüht gewesen, reichere Beschickungen zu verhütten.

Verhalten eisenarmer Gattirungen.

Beim Verschmelzen zu armer Erze wird das Verhältniss von Schlacke und Eisen zu gross, es geht von letzterem verhältnissmässig mehr verloren, indem die vor der Form niederschmelzenden Eisentheilchen sich in der grossen Schlackenmasse nur schwierig senken, der Brennmaterialverbrauch nimmt zu und es kann eine im Ueberschusse vorhandene saure Schlacke in der Weise auf das Roheisen wirken, dass sie ihm unter Entziehung von Kohlenstoff Silicium mittheilt. Man muss desshalb, wo der Windpressung wegen viel Schlacke erforderlich ist, diese mehr basisch, als sauer einrichten.

Abhängigkeit des Eisengehaltes.

Der durch Gattirung verschiedener Eisensteine zu erstrebende mittlere Eisengehalt hängt hauptsächlich ab:

1) von dem Eisengehalt der zur Disposition stehenden Erze. Gewöhnlich schwankt der Gehalt der Gattirung bei strengflüssigeren und schwieriger reducirbaren Erzen zwischen 30 und 40 %, bei leichtflüssigen und leicht reducirbaren kann er auf 50 % steigen, nur selten mehr,

1) Bwgfd. X, 187.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 390.

weil sonst ein dürrer, von Versetzungen begleiteter Ofengang entsteht.

Bei den reichen schwedischen Magneteisensteinen[1]) verschmilzt man zuweilen so reiche Erzgattirungen, dass man bei 5 % Kalkzuschlag noch 58 % Roheisen ausbringt, meist aber nicht unter 37—40 %. Dagegen kommen in Schweden aber auch Ausbringen von nur 25 — 26 % vor, z. B. beim Verschmelzen der Erze vom Taberg (magneteisensteinreicher Basalt). In Steyermark geben die reichsten Frischroheisen-Beschickungen 50—52 % Eisen, solche für Gussroheisen nicht über 40 %.

Stehen bei sehr reichen Eisensteinen ärmere nicht zu Gebote, so erzielt man die erforderliche Schlackenmenge wohl durch Zuschläge von Eisenhohofenschlacken.

2) Von der Qualität des Brennmaterials und der Schmelzbarkeit der Erze. Leichtflüssige Erze, — z. B. die Kärnthner Spatheisensteine und manche schwedische Eisenerze, welche entweder Thon-Kalkerdesilicate (Amphibol, Granat, Pyroxen) enthalten (Arendal) oder neben Silicaten soviel kohlensauren Kalk, dass sie von selbst schmelzen (Danemora) — gestatten bei Anwendung von, geringere Windpressung erfordernden Holzkohlen die Herstellung reicherer Gattirungen, als strengflüssige oder mit Koks zu verschmelzende Erze (S. 140). Da bei Anwendung von Koks wegen ihres fast nie fehlenden Schwefelgehaltes eine gewisse Menge Kalk vorhanden sein muss, so fällt bei denselben Erzen das Ausbringen in Koksöfen niedriger, als in Holzkohlenöfen aus.

§. 12. Beschicken der Eisensteine. Wie bereits bemerkt, sucht man beim Gattiren der Eisensteine möglichst ein solches Verhältniss ihrer erdigen Bestandtheile (Kieselsäure, Thonerde und Kalkerde) zu erzielen, dass sie eine taugliche Schlacke geben. Manche Erze lassen sich ohne Weiteres verschmelzen: Zweck.

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 103. — Tunner, das Eisenhüttenwesen Schwedens. 1858. S. 33.

a) indem sie die schlackengebenden Bestandtheile in der erforderlichen Qualität und Quantität schon enthalten, z. B. die sogenannten selbstgehenden Erze (S. 88) Schwedens Kärnthens etc., oder

b) nachdem man kieselige, thonige und kalkige Erze passend gattirt hat.

Weit häufiger kommt es aber vor, dass in der Gattirung die Kieselsäure, seltener die Kalkerde vorherrscht oder dass es, wie bei reichen Erzen, überall an schlackengebenden Bestandtheilen fehlt. In solchem Falle bedarf es passend gewählter Zuschläge, um die fehlenden Bestandtheile zu ersetzen, und dies geschieht durch das Beschicken.

Wahl der Zuschläge.

Von der richtigen Wahl und Menge der Zuschläge hängt der gute Gang des Ofens und der grössere oder geringere Vortheil beim Betrieb rücksichtlich des Brennmaterialaufwandes und des Eisenausbringens ab. Es muss deshalb der Hüttenmann sowohl von der Zusammensetzung seiner Eisensteine, Zuschläge und Brennmaterialien, als auch von den Eigenschaften derjenigen Silicate genaue Kenntniss haben, welche beim Hohofenprozess von besonderem Einflusse sind. Nur dadurch, sowie unter gleichzeitiger Anwendung der Lehren der Stöchiometrie [1]) wird er in den Stand gesetzt, einen bereits bestehenden Betrieb mit Erfolg und rationell weiter zu führen, einen erst zu begründenden aber mit Vertrauen zu eröffnen und auf kürzestem Wege in normalen Gang zu bringen.

Hauptmomente beim Beschicken.

Bei Zusammensetzung von Beschickungen hat man hauptsächlich zu berücksichtigen: die Schmelzbarkeit der zu erzielenden Schlacke, die Qualität des Brennmaterials, die Pressung und Temperatur des Windes, die schwierigere

1) Beispiele für die stöchiometrische Berechnung von Beschickungen: Für westphälische Kohleneisensteine beim Koksofenbetrieb. B. u. h. Ztg. 1857. S. 335; 1858. S. 231. — Für Roth- und Brauneisensteine beim Holzkohlenofenbetrieb zur Lerbacher Hütte. B. u. h. Ztg. 1862. S. 77; — für verschiedene Erze beim Holzkohlen- und Kokshohofenbetrieb. Leoben. Jahrb. 1861. X, 317, 362; — zur Heinrichshütte bei Lobenstein. B. u. h. Ztg. 1857. S. 335. — LINDAUER in B. u. h. Ztg. 1855. S. 109. - Dessen Hüttenchemie. 1861. S. 295.

oder leichtere Reducirbarkeit der Eisensteine und die Beschaffenheit des zu erblasenden Roheisens.

A. Das Beschicken in Rücksicht auf die Schlackenbildung.

Erforderliches Erdenverhältniss.

Die Zusammensetzung der Erdarten muss im Allgemeinen so gewählt werden, dass der Schmelzpunct der daraus gebildeten Schlacke unter dem Temperaturmaximum des Hohofens liegt und dem Schmelzpuncte des Roheisens (1400—1600° C.) sich mehr oder weniger nähert. Im Allgemeinen muss die Schlackenbildung mit der Schmelzung des gekohlten Eisens möglichst zu gleicher Zeit vor sich gehen, wenn nicht, wie z. B. bei zu leichtflüssiger Schlacke, Eisenoxydul in die Schlacke gehen oder unvollständig gekohltes Roheisen erfolgen soll. Es kann jedoch erforderlich werden, die Schlacken in gewissen Grenzen streng- oder leichtflüssiger zu machen; so ist z. B. zur Erblasung von grauem Eisen eine strengflüssigere Schlacke nöthig, als zur Gewinnung von weissem; schwerreducirbare Erze (S. 64) erfordern eine strengflüssigere Schlacke, als leicht reducirbare. Je mehr der Schmelzpunct von Schlacke und Roheisen unter dem Temperaturmaximum des Ofens bleibt, desto höher kann der Erzsatz geführt werden und um so geringer wird der relative Brennmaterialverbrauch.

Die Bildung von weissem Eisen wird begünstigt, wenn die Temperatur über der Form nicht viel höher ist, als die, bei welcher Schlacke und Roheisen schmelzen, und wenn der Durchgang von ihrem Schmelzpuncte bis zum heissesten Puncte im Ofen in verhältnissmässig rascher Zeit erfolgt; dagegen entsteht graues Roheisen, je weiter Schmelzpunct des Roheisens und Temperaturmaximum des Ofens auseinander liegen und je langsamer die Entfernung zwischen beiden von den Schmelzmassen zurückgelegt wird.

Je dichter das Brennmaterial und je höher die Windtemperatur bei der erforderlichen Windpressung, um so mehr steigt das Temperaturmaximum des Ofens. SCHEERER[1]) hat

1) SCHEERER's Metallurgie. II, 21. — Bgwfd. VII, 417. — B. u. h. Ztg. 1844. S. 481; 1855. S. 125.

Temperaturmaximum des Hohofens.

dasselbe (P) für kalten und heissen Wind von der Temperatur t bei Anwendung von Holzkohlen in folgender Weise berechnet:

t	0	100	150	200	250	300	350	400°C.
P	2656	2758	2809	2860	2911	2962	3023	3064

LINDAUER [1]) gibt unter der Annahme, dass der Kohlenstoff zu $^1/_3$ Kohlensäure und $^2/_3$ Kohlenoxydgas verbrennt, nachstehende Werthe an:

t	0	50	100	150	200	250	300	350
P	2346	2395	2445	2494	2543	2592	2642	2740

Nach TUNNER [2]) liegt die Temperatur vor der Form eines mit Holzkohlen und kaltem Winde gespeisten Hohofens zwischen 1900 und weniger als 2500° C. und lässt sich auf 2200° C. schätzen.

Nach AUBEL [3]) schmilzt Platin (2534 °C.) im Schmelzfocus eines Hohofens. (Kohlen- und Kieselplatin [4]) schmelzen leichter, als reines Platin, und ist deren Bildung deshalb zur richtigen Bestimmung des Schmelzpunctes zu vermeiden.)

Schmelzbarkeit der Silicate.

Bei Zusammensetzung von Beschickungen sucht man nun von den Doppelsilicaten der Kalk- und Thonerde als Schlacken Singulo- bis Bisilicate zu erzielen, deren Schmelzpuncte erfahrungsmässig unter dem bezeichneten Temperaturmaximum des Hohofens liegen (Bd. I. S. 824, 828, 830) und sich bei 1800—1900 °C. bilden. [5]) Diese Silicate haben nachstehende Zusammensetzung:

	Bisilicat.	Singulosilicat.
	$\dot{C}a^3 \dddot{S}i^2 + \dddot{A}l \dddot{S}i^2$	$\dot{C}a^3 \dddot{S}i + \dddot{A}l \dddot{S}i$
Kieselsäure . . .	57,23	40,09
Kalkerde	26,53	37,17
Thonerde	16,24	22,74

1) LINDAUER, Hüttenchemie. 1861. S. 299.
2) Leoben. Jahrb. 1860. IX, 295. — B. h. Ztg. 1860. S. 208.
3) DINGLER, Bd. 165. S. 278. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 392.
4) B. u. h. Ztg. 1863. S. 195.
5) Nach PERCY (dessen Metallurgie, deutsch von KNAPP, I, 50) sind die PLATTNER'schen Bestimmungen von hohen Temperaturgraden (Bd. I. S. 822) nicht correct, jedoch enthalten die Versuche Erfahrungen von bestimmtem practischen Werthe.

Nach BODEMANN (Bd. I. 824) ist von diesen Silicaten die Verbindung von

56 Kieselerde mit 24,9 Sauerstoff
30 Kalkerde „ 8,6 „
14 Thonerde „ 8,9 „

am leichtschmelzigsten, welche der Formel

$$4\ \dot{C}a^3\ \ddot{S}i^2 + 3\ \bar{\bar{A}}l\ \ddot{S}i^2$$

entspricht. Eine jede Veränderung dieses Erdenverhältnisses, dessen Schmelzgrad der Erzeugungstemperatur eines schwach halbirten oder lichtgrauen Roheisens entspricht, erhöht dessen Strengflüssigkeit, wirkt auf den Brennmaterialverbrauch ungünstig ein und führt zur Erzeugung grauerer Roheisensorten. Wenngleich es sich in Betreff des letzteren empfiehlt, bei Zusammensetzung von Eisensteinsbeschickungen das BODEMANN'sche Verhältniss anzustreben, so können doch gewisse Umstände (z. B. ein Schwefelgehalt der Erze und des Brennmaterials, die Anwendung erhitzter Gebläseluft etc.) die Herstellung basischerer, kalkreicherer und somit strengflüssigerer Schlacken erfordern. Zwar werden durch Erhöhung des Kieselsäure- oder Thonerdegehaltes die Schlacken auch strengflüssiger, man zieht aber in den meisten Fällen vor, dies durch Vermehrung der Kalkmenge herbeizuführen, indem durch einen höheren Kieselerdegehalt Veranlassung zum Verschlacken von Eisenoxydul und zur Bildung eines silicium- und schwefelreicheren Roheisens gegeben wird. Da die Thonerde als Base und Säure auftritt, so kann ein geringer Ueberschuss unter Umständen vortheilhaft wirken, steigt derselbe aber viel über 15 %, so werden die Schlacken sehr strengflüssig und es fallen leicht zu graue Eisensorten. Da 110 Thonerde eben so viel Sauerstoff enthalten, als 100 Kieselsäure, so wird die Wirkung der ersteren zweifelhaft, wenn beide nahe gleich sind. Um alsdann der Bildung der unsicheren Aluminatschlacken (Bd. I. S. 818, 819) auszuweichen, sucht man, z. B. beim Verschmelzen der Kohleneisensteine [1]), der Clevelandeisensteine [2]) etc. durch Erhöhung

Erhöhung der Strengflüssigkeit.

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 231. — Leoben. Jahrb. 1861. X, 358.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 11.

des Kieselerdegehaltes den Thonerdegehalt herabzudrücken, so dass sich ein Bisilicat bildet, wenn man Thon- und Kieselerde zusammenrechnet.

Beim Verschmelzen thonerdereicher Kohleneisensteine[1]) sind die Schlacken meist reicher an Thonerde und halten bis 26% davon, wo dann die dadurch bewirkte Strengflüssigkeit durch einen gleichzeitigen Mangangehalt zum Theil aufgehoben werden kann (Hattingen, Schottland). Wegen der zweifelhaften Wirkung der Thonerde lässt man sie bei den meisten Kokshohöfen 15% in der Schlacke nicht überschreiten.

Selten fehlt in einer Hohofenschlacke der Kalkgehalt ganz (Bd. I. S. 824) und er pflegt dann durch andere Erd- und Metallbasen, namentlich Manganoxydul ersetzt zu sein. Eine solche Schlacke von Hammhütte (Bd. I. S. 898 N°. 27) entspricht der Zusammensetzung $2(\dot{M}n, \dot{M}g)^3 \ddot{S}i^2 + \bar{Al}\,\ddot{S}i$.

Tritt in dem obigen BODEMANN'schen Erdenverhältniss an die Stelle der Kalkerde theilweise Magnesia, so wird die Strengflüssigkeit desselben erhöht und zwar in dem Maasse, dass man den Gehalt daran nicht über 25% steigert. Eine geringere Menge magnesiahaltiger Kalk wird deshalb zuweilen absichtlich angewandt, um statt einer grösseren Menge reinen Kalkes die Beschickung strengflüssiger zu machen.

Begünstigung der Schmelzbarkeit. Ist, z. B. behuf Darstellung von weissem Roheisen ein leichtflüssigeres Erdengemenge, als das von BODEMANN angegebene, erforderlich, so ersetzt man den Kalk mehr oder weniger durch Manganoxydul, ohne dass im Allgemeinen der Silicirungszustand der Schlacke sich wesentlich ändert. Gewöhnlich geht er etwas herab und liegt zwischen Singulo- und Bisilicat [Vordernberger Schlacken[2]), Schlacken von Gittelde[3]) am Harz]; bei Spiegeleisen erzeugt man auch Singulosilicate. Nur selten lässt man, um die Beschickung leichtflüssiger zu machen, bei Mangel an Manganoxydul Eisenoxydul, z. B. aus Eisenfrischschlacken, in die

1) Leoben. Jahrb. 1861. X, 391. — B. u. h. Ztg. 1858. S. 231; 1862. S. 323.
2) Leoben. Jahrb. 1862. XI, 301.
3) B. u. h. Ztg. 1858. S. 129.

Schlacke gehen, weil dadurch ein Eisenverlust entsteht, das Eisenoxydul auf bereits gekohltes Eisen entkohlend einwirkt und das kieselerdehaltige Ofenbaumaterial stark angreift.

So erzeugen sich z. B. in Südwales[1]) in den meisten auf Frischroheisen mit Koks betriebenen Oefen dunkelbraune, schwarze oder bleifarbige Schlacken mit durchschnittlich 10 % Eisen, häufig mit noch mehr. Sonst bilden sich solche eisenreichen grünen bis schwarzen Schlacken nur beim Rohgang und enthalten dann 10 — 20 % Eisenoxydul, während sich in den Schlacken von gutem Gange des Ofens gewöhnlich nur 1 — 4 % Eisenoxydul befinden. Selbst bei der Wahl der richtigsten Beschickung ist eine geringe, einen Eisenverlust herbeiführende Eisenverschlackung nicht zu umgehen, wozu noch ein mechanischer Abgang durch Hängenbleiben von Eisenkörnern in der Schlacke sich gesellt, so dass selbst unter günstigen Verhältnissen ein Schmelzverlust von 2 — 4 % Eisen — auf 100 Gewichtstheile Erz bezogen — stattfindet. Auf 100 Theile im Erze vorhandenen Eisens berechnet, ergibt sich dieser Verlust zu 8, 8 %, wenn das Erz z. B. 34 % Eisen enthält und einen Abgang von 3 % Eisen erleidet.

Die Schmelzbarkeit der Beschickung wird durch eine grössere Anzahl von Basen erhöht (B. I. S. 825) und es erhält die erstrebte Schlacke unbeschadet des Ofenganges einen desto grösseren Spielraum in der Abweichung von der bestimmten Silicirungsstufe. Einen entschieden günstigen Einfluss auf den Schmelzgang übt ein Alkaligehalt, (Bd. I. S. 825), welcher theils durch die Asche der Holzkohlen, theils durch den Schieferthon der Steinkohlen und manche Eisensteine (Kohleneisensteine) in die Beschickung kommt.

Man nimmt im Allgemeinen an (Bd. I. S. 825), und es ist dies neuerdings durch Bischof's [2]) Versuche bestätigt und auch von v. Mayrhofer[3]) ausgesprochen, dass zur Erzeugung eines Silicates eine höhere Temperatur erforderlich ist, als zur Umschmelzung eines bereits fertig gebildeten;

---

1) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 156.
2) Dingl. Bd. 165. S. 378. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 440.
3) Leoben. Jahrb. 1861. X, 346.

nach Percy [1]) bedarf dies aber noch weiterer Bestätigung. Es liegt nach demselben zwar auf der Hand, dass man beim Zusammenschmelzen der Ingredienzien ungleich mehr Zeit braucht, als zum Schmelzen des bereits gebildeten Silicates, aber daraus folgt noch keineswegs, dass sie nicht bei gleicher Temperatur schmelzen.

Zuschläge beim Beschicken.

Sind die Eisenerze keine selbstgehenden (S. 88), welche ohne alle Zuschläge gleich eine hinreichende und bei der erforderlichen Temperatur schmelzende Schlacke geben, sondern waltet der eine oder andere ihrer Bestandtheile vor, oder fehlt es überall an Schlacke gebenden Bestandtheilen, so nimmt man beim Beschicken derselben Nachstehendes zum Anhalten:

1) Schlackenlose, reiche Erze (S. 87) werden entweder mit ärmeren Erzen passend gattirt oder erhalten Zuschläge von Eisenhohofenschlacken, neutralen Silicaten (S. 141) etc.

2) Kieselsäurehaltige Erze, am häufigsten vorkommend, erhalten verschiedene Zuschläge, je nach dem Zustande, in welchem sich die Kieselerde befindet:

a) Die Kieselsäure findet sich dem Erze mechanisch als Quarz beigemengt (S. 89). Solche meist strengflüssigen Erze bedürfen thoniger und kalkiger Zuschläge, am besten in Gestalt eines thonigen Kalkes (Thonmergels), wenn es an passenden Eisensteinen fehlt. Flussspath hat vor gewöhnlichem Kalk Vorzüge (Bd. I. S. 168). Mit gleichzeitig vorhandenem schwefelsauren Baryt und Gyps schmilzt der Flussspath am leichtesten in dem Verhältniss von gleichen Aequivalenten zusammen, desgleichen mit phosphorsaurem Kalke. Erze, welche den Quarz sehr fein eingesprengt und gleichzeitig Eisenoxydul enthalten, z. B. Magneteisensteine (S. 66) und Spatheisensteine (S. 76), lassen sich schwieriger verhütten. Die quarzigen Eisensteine geben, wenn ein Mangangehalt fehlt, graues oder halbirtes Roheisen.

b) Die Kieselsäure ist durch andere Basen, ausser Eisen, mehr oder weniger gesättigt.

---

1) Percy, Metallurgie, deutsch v. Knapp. I, 50.

α) Zuweilen ist die Kieselsäure mit Basen in der Weise gesättigt, dass die Silicate (Granat, Pyroxen, Amphibol etc.) ohne Weiteres eine gute Schlacke geben (S. 88) oder bei reicheren Erzen zur Beschaffung der erforderlichen Schlackenmenge (S. 87) es nur neutraler Zuschläge in Gestalt der oben bezeichneten Fossilien oder von Eisenhohofenschlacken bedarf.

β) In den meisten Fällen ist die Kieselsäure nicht völlig durch Basen gesättigt, sondern waltet vor, z. B. bei Anwesenheit von Feldspath (S. 88) oder Thon (S. 89). Es werden alsdann Zuschläge von basischen Mineralien oder kalkigen Erzen oder von Kalk erforderlich.

γ) Selten kommen Erze zum Verschmelzen, welche zu basische Silicate, z. B. Serpentin (S. 88) enthalten und dann Zuschläge von Quarz und Kalk, thonigem Mergel, Thonschiefer etc. erforderlich machen.

c) Die Kieselsäure ist an Eisenoxydul oder Eisenoxyd gebunden, z. B. in Eisenfrisch-, Puddelofen-, Schweissofenschlacken etc. Derartige Substanzen, welche sich schwierig verhütten lassen, verschmilzt man in innigem Gemenge mit Kalk und Kohle. Nach Lang und Frey (S. 82) werden 25 Theile gut gebrannter frischer Kalk gelöscht, in den noch warmen Kalkbrei 65 Theile pulverisirte Schlacken und 10 Theile pulverisirte Kohlenlösche eingetragen, die Masse geformt, getrocknet und dann bis zur gewöhnlichen Grösse zerkleint.

3) Kalkige Eisensteine, für sich sehr strengflüssig, beschickt man mit thonigen Eisensteinen oder thonigen Substanzen, als Thon und Thonschiefer (Bd. I. S. 170), Thon- und Sandmergel (Bd. I. S. 168) etc. Reiner Quarz kommt seltener zur Anwendung, weil er zur Silicatbildung längere Zeit erfordert und leicht Eisenoxydul verschlackt.

4) Magnesiahaltige Eisensteine, welche z. B. Braunspath, Dolomit, Serpentin etc. enthalten, sind sehr strengflüssig und bedürfen ausser eines Zuschlages von thonigen Substanzen noch eines Kalkzuschlages, um den Magnesiagehalt hinreichend (S. 146) herabzustimmen. Ein gleichzeitiger Mangangehalt hebt die Wirkung der Magnesia theilweise auf.

5) Manganhaltige Eisensteine (manche Brauneisensteine, die meisten Spatheisensteine, manche oolithische und Raseneisensteine, Franklinit etc.) schmelzen zuweilen von selbst und sind geneigt, weisses Roheisen zu geben (S. 114). Meist erfordern sie aber zur Erlangung einer eisenfreien Schlacke Kalkzuschläge. Letztere müssen gesteigert oder magnesiahaltige Substanzen (Braunspath, Dolomit, Ankerit etc.) zugeschlagen werden, wenn aus solchen leichtflüssigen Eisensteinen graues Eisen erblasen werden soll. Sind manganarme Eisensteine leichtschmelzig, wie manche Kohleneisensteine (S. 77), so bedarfs ebenfalls kalkiger Zuschläge in reichlicherer Menge.

6) Titanhaltige Eisensteine (S. 67), gewöhnlich strengflüssig, bedürfen Zuschläge von Kalk und Quarz; sehr wirksam sind auch alkalische Zuschläge.

B. Das Beschicken in Rücksicht auf die Qualität des angewandten Brennmaterials.

Einfluss des Brennmaterials.

Die Qualität des Brennmaterials übt einen wesentlichen Einfluss auf den Silicirungsgrad der zu erzeugenden Schlacke aus. Wo es irgend angeht, sucht man sich bei Zusammensetzung der Beschickung dem BODEMANN'schen Erdenverhältniss (S. 145) zu nähern, weil bei demselben der geringste Brennstoffverbrauch stattfindet, wenn halbirtes Eisen erzeugt werden soll.

Holzkohlen.

1) Holzkohlen. Die Anwendung der von schädlichen Bestandtheilen freien und weniger hohe Temperaturen als Koks (Bd. I. S. 224) gebenden, in Folge dessen weniger Silicium reducirenden Holzkohlen lässt bei reineren Eisensteinen eine Herstellung dieses Verhältnisses zu, welches dem Bisilicat der Kalk- und Thonerde (Bd. I. S. 876) entspricht und die Bildung eines halbirten oder schwach grauen Eisens zulässt, wie auf den meisten Oberharzer Hütten[1]), auf österreichischen Hütten[2]) etc. Nach LINDAUER[3]) bewährte sich zu Horovic noch ein Silicat von

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 79.
2) Leoben. Jahrb. 1861. X, 362.
3) Dessen Hüttenchemie. 1861. S. 302.

$\dot{C}a^3\,\dddot{S}i^2 + \bar{A}l\,\dddot{S}i$ mit 50 $\dddot{S}i$, 31 $\dot{C}a$ und 18,95 $\bar{A}l$ und auch $\dot{C}a^3\,\dddot{S}i + \bar{A}l\,\dddot{S}i^2$, dagegen trat Eisenverschlackung ein, wenn man das Silicat $\dot{C}a^3\,\dddot{S}i^2 + 2\,\bar{A}l\,\dddot{S}i^2 = 60\,\dddot{S}i$, 17 $\dot{C}a$ und 23 $\bar{A}l$ erzeugte. Eine in vielen Fällen hinreichend leichtflüssige Schlacke entsteht nach JANOYER [1]), wenn sich in der Möllerung gleiche Mengen Thon (mit durchschn. 75 % $\dddot{S}i$ und 25 $\bar{A}l$) und kohlensaurer Kalk mit 50 % $\dot{C}a$ befinden, wo dann eine Schlacke von folgender Zusammensetzung entsteht: 50 $\dddot{S}i$, 16,65 $\bar{A}l$ und 33,35 $\dot{C}a$.

Man wird danach nicht ohne Grund höher silicirte Schlacken als Bisilicate bilden, weil diese strengflüssiger werden und wenn nicht gleichzeitig Eisen verschlackt werden soll. Doch muss man zuweilen Trisilicate (B. I. S. 876, 901) herstellen, wie z. B. beim Verschmelzen der kieselerdereichen Karpatheneisensteine (S. 76) zu Trzinitz [1]), wo man aus ökonomischen Rücksichten an Kalkzuschlägen möglichst sparen muss. Die Anwesenheit verschiedener Silicate begünstigt die Schmelzbarkeit solcher Schlacken (S. 147).

Sind die Eisensteine oder auch die Zuschläge schwefelhaltig und bedarfs zur Entfernung des Schwefels (S. 43), also zur Erzeugung eines reinen Roheisens, grösserer Kalkzuschläge, so können beim Holzkohlenofenbetrieb auch basischere, den Singulosilicaten (S. 144) sich nähernde Schlacken entstehen. So erzeugt man zu Königshütte am Harze aus nicht ganz schwefelfreien Eisensteinen graues Roheisen, welches nach dem Frischen das Material zur Drahtfabrikation liefert, wobei eine unter Bisilicat liegende Schlacke sich bildet. Auf den Fürst Fürstenbergischen Werken [2]) enthält der Zuschlagskalk schwefelsaure Thonerde, was auf die zu nehmende Kalkmenge von Einfluss ist.

Soll statt grauen weisses Roheisen erblasen werden, so ersetzt man den Kalk mehr oder weniger durch Mangan-

---

1) Oesterr. Ztschr. 1857. S. 273. — v. LEONH., Hüttenerzeugnisse. 1858. S. 72.
2) Leoben. Jahrb. 1861. X, 367.

oxydul, seltener durch Eisenoxydul, wobei die Schlacke sich nicht wesentlich von $\dot{R}^3 \ddot{S}i^2 + \bar{A}l \ddot{S}i^2$ oder $\dot{R}^3 \ddot{S}i^2 + \bar{R} \ddot{S}i$ entfernt oder, namentlich bei unreineren Erzen, basischer genommen wird.

Bei theilweiser Ersetzung der Holzkohlen durch rohes oder halbverkohltes Holz ändern sich die Beschickungsverhältnisse nicht. Die Schlacken vom Holzkohlenofenbetrieb sind in der Regel zähflüssig, glasig und nur bei langsamer Abkühlung steinig (Bd. I. S. 830, 834); durch einen grösseren Mangangehalt bei Darstellung von weissem Roheisen werden sie dünnflüssiger und leichter erstarrbar.

Koks.

2) Koks. Die Schlacken vom Kokshohofenbetriebe müssen im Allgemeinen basischer, kalkreicher sein, als solche vom Holzkohlenofenbetriebe, und sich dem Singulosilicate von Kalk- und Thonerde (Bd. I. S. 901) mit 40 Kieselerde, 37 Kalkerde und 23 Thonerde nähern. In Folge des höheren Kalkgehaltes werden solche Schlacken strengflüssiger, aber weniger zähflüssig, erstarren rascher, als Holzkohlenofenschlacken, und sind steinig bis erdig. Trotz der grösseren Strengflüssigkeit kommen sie bei der höheren Temperatur, welche die Koks liefern, zum dünnen Fluss.

Wirkung des Kalkzuschlages.

Der grössere Kalkgehalt einer Kokshohofenbeschickung wird durch Folgendes bedingt:

a) Die Koks geben beim Verbrennen eine höhere Temperatur als Holzkohlen (Bd. I. S. 224), wodurch die Reduction des Siliciums begünstigt wird (S. 35) und ein weniger festes Roheisen [1]) erfolgt, und zwar um so mehr, je stärker erhitzten Wind man anwendet. Da ein Ueberschuss von Kalk die Reduction des Siliciums beeinträchtigt (S. 38), so ist derselbe um so grösser zu nehmen, je höhere Temperaturen im Ofengestell erzeugt werden, also namentlich mit wachsender Temperatur des Gebläsewindes. Dadurch kann in die Mischung des Singulosilicates Subsilicat eintreten (schottische Kohleneisensteinschlacken mit 31 bis

1) Bgwfd. X. 522.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 323.

36% $\bar{Si}$), während bei weniger stark erhitzter Gebläseluft [z. B. von 50—60° R. zur Königshütte[1]) in Oberschlesien] Gemenge von Singulo- und Bisilicaten entstehen.

Ein grösserer Thongehalt der Beschickung, der z. B. in den Kohleneisensteinen (S. 145) sich meist findet, wirkt der Reduction von Silicium auch entgegen, kann sie aber nicht völlig verhindern.

Die Erfahrung hat mehrfach ergeben, dass bei Anwendung von erhitztem Winde von durchschnittlich 300° C. und von Koks mit etwa 10% Asche zur Erzeugung eines festen, grauen Roheisens Schlacken gebildet werden müssen, in denen die Summe der Kiesel- und Thonerde gleich der Summe der Kalkerde und der übrigen Basen oder noch etwas geringer ist. Eine derartige Schlacke von Heinrichshütte[2]) bei Hattingen (Bd. I. S. 902. Nr. 24) entspricht der Formel $4\dot{C}a^3\bar{S}i + \bar{\bar{A}}l^2\bar{S}i$. Eine ähnliche Zusammensetzung haben die Schlacken von Porta Westphalica (Bd. I. S. 902. Nr. 25) u. a.

Zu Meppen[3]) in Ostfriesland, wo man hauptsächlich Raseneisensteine mit 20% Kieselsäure und 2—3% Phosphorsäure, sowie Thoneisensteine bei Koks mit 10% Asche verschmilzt, erhielt man das siliciumärmste Roheisen, wenn man nach dem obigen Grundsatze beschickte, wie nachstehende Analysen beweisen:

Schlackenanalysen.

	1.	2.	3.
Kieselsäure	47,56	38,10	36,61
Thonerde	10,48	12,09	12,04
Kalkerde	40,73	47,85	49,35
Magnesia	0,63		
Schwefel	0,97		

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 357.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 231.
3) Ztschr. der deutsch. Ingen. V, 7. — Hartmann, Fortschr. V, 115.

Zugehörige Roheisensorten.

	1.			2.		3.
	grau.	halbirt.	weiss.	dunkelgr.	lichtgr.	grau.
Graphit	2,7750	1,7875	—	—	—	—
Kohle	nicht best.	0,5045	6,0000	—	—	—
Schwefel	0,1238	0,1875	0,5012	—	—	—
Silicium	3,8480	nicht best.	2,7936	2,22	2,39	1,5
Phosphor	1,8117	„	1,8200	0,72	0,55	—
Arsen	0,0650	„	0,1500	—	—	—
Windtempr.	125—150° C.			225—250° C.		300 bis 360° C.
Koksverbr. auf 1 Thl. Roheisen	1,600			1,720		1,800

Nach MÈNE[1]) ist der beste Gang des Hohofens zur Erzeugung von gutem weissen Koksroheisen bei heisser Luft derjenige, bei welchem sich eine Schlacke von der Zusammensetzung $\dot{C}a^4 \dddot{S}i + \bar{\dddot{A}}l \dddot{S}i$ mit 38 $\dddot{S}i$, 20 $\bar{\dddot{A}}l$ und 42 $\dot{C}a$ bildet. JANOYER[2]) erhielt bei einer aus 48 $\dddot{S}i$, 16 Thonerde und 36 Kalkerde bestehenden Schlacke = $(\dot{C}a^3, \bar{\dddot{A}}l)^7 \dddot{S}i^{10}$ bei Anwendung stark erhitzter Gebläseluft sprödes Roheisen mit 3 % Silicium, welcher Gehalt auf 1,8 % unter Bildung eines festeren Eisens herabging, als man eine Schlacke von der Zusammensetzung $(\dot{C}a^3, \bar{\dddot{A}}l)^8 \dddot{S}i^{10}$ erzeugte. Um ein recht festes, hitziges und flüssiges Roheisen zu erhalten, blieb derselbe bei einer Schlacke von der Zusammensetzung $(\dot{C}a^3, \bar{\dddot{A}}l)^6 \dddot{S}i^7$ = 41,5 $\dddot{S}i$, 48,5 $\dot{C}a$ und 10,0 $\bar{\dddot{A}}l$ stehen und verbrauchte dabei auf 100 Kil. graues Roheisen 135—137 Kil. Koks, welche Quantität aber ohne wesentliche Erhöhung der Festigkeit des Roheisens auf 143 Kil. stieg, wenn man eine Schlacke von der Zusammensetzung $(\dot{C}a^3, \bar{\dddot{A}}l)^{20} \dddot{S}i^{19}$ bildete.

Aehnliche Resultate erhielten GAULTHIER[3]) und v. MAYR-

1) Polyt. Centr. 1862. S. 824.
2) B. u. h. Ztg. 1856. S. 306; 1862. S. 234.
3) B. u. h. Ztg. 1858. S. 307.

HOFER[1]) zu Witkowitz. Tritt nach Letzterem[2]) die Thonerde (z. B. in Kohleneisensteinen) in so grosser Menge auf, dass sie die Rolle einer Säure spielt, so sucht man so zu beschicken, dass die Menge Sauerstoff der Basen halb so gross ist, als die Menge desjenigen der Kieselsäure und Thonerde zusammen, nämlich

Kieselsäure	20	mit 10,39	Sauerstoff	} 26,26
Thonerde	34	„ 15,87	„	
Kalkerde	46	„ 12,22	„	

Eine Schlacke von Hörde (Bd. I. S. 902. Nr. 43) zeigt eine solche Zusammensetzung.

Wie bereits bemerkt (S. 145), ist es aber vorzuziehen, die Thonerde in geringerer Menge als Kieselerde auftreten zu lassen, und man soll zu Hörde durch Gattiren des Kohleneisensteins mit kieseligen Erzen die Roheisenerzeugung verbessert haben. Mit der Grösse des Kalkzuschlages wächst die Menge reducirter Erd- und Alkalierdmetalle (S. 58).

b) Die Koksasche, meist 5—10%, nähert sich in ihrer Zusammensetzung einem Bisilicat (Bd. I. S. 831), aus welchem sich bei hoher Temperatur leicht Kieselsäure reduciren würde, wenn in der Beschickung nicht ein Ueberschuss von Kalk wäre. Jedoch schützt dieser nicht so vollständig, als bei dem Kieselerdegehalt der Beschickung, weil die Asche erst beim Verbrennen der Koks vor der Form frei wird, wo die übrigen Schlackenbestandtheile bereits zusammen geschmolzen sind. Es ist keine Zeit vorhanden, um die Asche vollständig in die Schlacke aufzunehmen. Nach v. MAYRHOFER[3]) macht man einen grösseren Aschengehalt dadurch weniger schädlich, dass man Kalkkoks (Bd. I. S. 295) anwendet und statt Substanzen, welche nur Kieselerde und Kalkerde an die Schlacke abgeben (wie Puddel- und Schweissofenschlacken), vielerlei Silicate zur Beschickung gibt, wo dann die Schlacken, ohne starke Beeinträchtigung des Ofenganges, noch über den Singulosilicatspunct hinaus bedeutende Kalksteinmengen aufnehmen. Während die Koksasche einen un-

1) Leoben. Jahrb. 1861. X, 371.
2) Ibid. S. 391.
3) Ibid. S. 358, 361.

nöthigen Aufwand an Brennmaterial und Kalk erheischt, so wirkt die Holzkohlenasche günstig ein.

c) Der fast nie fehlende **Schwefelgehalt der Koks**, sowie auch ein Schwefelgehalt der Erze und Zuschläge bedingt einen Kalkzuschlag (S. 43), welcher unter Anwendung entsprechender Windtemperatur um so mehr zu steigern ist, ein je schwefelfreieres Roheisen erzeugt werden soll. [1]) Bedarfs bei reineren Koks und Erzen keines grossen Kalkzuschlages, so sind die fadenziehenden Schlacken entweder ganz glasig [Königshütte[2]) in Oberschlesien] oder bei dickeren Stücken zeigt sich ein steiniger Kern (belgische und niederrheinische Hütten), und zwar ist bei weissem Frischereiroheisen der Kern weniger gross, als bei Giessereiroheisen. Bei zunehmendem Kalkgehalt verliert die Schlacke immer mehr das glasige Aeussere, sie wird weniger fadenziehend, fliesst dünn, erstarrt rasch, ist durchweg steinig bei grösstem Kalkgehalt und fast weiss. Bei längerem Liegen zerfallen solche Schlacken zu Staub (Bd. I. S. 829). Zur Erlangung eines möglichst schwefelfreien Roheisens erzeugt man, allerdings mit einem grösseren Brennmaterialaufwand, solche stark basischen Schlacken bei sehr heissem Wind z. B. zu Hörde[3]), zu Hattingen[4]), zur Porta Westphalica[5]), in Schottland[6]) etc.

Da Mangan ebenfalls auf die Entfernung von Schwefel (S. 43) und Silicium (S. 39) wirkt, so lässt sich unter Ersparung von Brennmaterial ein Theil des Kalkes durch manganhaltige Zuschläge ersetzen, was stets erforderlich wird, wenn man statt grauen Giessereiroheisens weisses Frischereiroheisen erblasen will. Bei unreineren Erzen und Koks ist letzteres aber weniger fehlerfrei, als ein aus sehr basischer Beschickung bei hoher Temperatur erblasenes graues Eisen.

d) Bei der im Gestell der Kokshohöfen herrschenden

---

1) Leoben. Jahrb. 1861. X, 324.
2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 357.
3) Tunner's Bericht über die London. Ind.-Ausst. v. 1862. S. 30.
4) B. u. h. Ztg. 1858. S. 231. — Hartmann, Fortschr. II, 225.
5) B. u. h. Ztg. 1859. S. 156. — Berggeist 1859. S. 91.
6) B. u. h. Ztg. 1862. S. 323.

höheren Temperatur ist in Folge des langsameren Niedergehens der Gichten mehr Veranlassung zur Reduction von Kieselsäure durch Kohlenstoff oder Eisen gegeben, als in Holzkohlenöfen, weshalb erstere eine basischere Beschickung, als letztere, erfordern.

Auf englischen Eisenhütten[1]) schwankt der Kalkzuschlag zwischen 0,4—1,1 auf 1 Roheisen, und zwar ist er am geringsten bei den 55—60% reichen gerösteten schottischen Kohleneisensteinen, am höchsten beim Verschmelzen der Rotheisensteine ohne Frischschlacken zu Pontypool und Blaenavon.

Koks u. H kohlen

3) Koks und Holzkohlen. Bei gemischtem Ofenbetriebe muss beiden Brennstoffen Rechnung getragen werden, so dass man je nach dem angewandten Verhältniss beider und nach dem Aschengehalt der Koks bald saurer, bald basischer beschickt, so dass man variirende Gemenge von Bi- und Singulosilicatschlacken erhält.

Neben Beispielen zur Entwerfung von Beschickungen für einen gemischten Ofenbetrieb zu Trzinitz und Marienthal weist v. Mayrhofer[2]) durch stöchiometrische Berechnung nach, dass man zu Blansko beim Uebergang vom Holzkohlen- zum Koksofenbetrieb mit derselben Erzgattirung, welche bei ersterem unter Zuschlag von 22 Volum Kalkstein auf 100 Volum Erze ein Ausbringen von 35,8% gab, bei letzterem auf 100 Volum Erz 47 Volum Kalk zuschlagen musste, wobei das Ausbringen auf 30% herabging.

Steinkoh

4) Steinkohlen für sich oder im Gemenge mit Koks erfordern, da sie gewöhnlich schwefelhaltiger, als letztere sind, einen verhältnissmässig höheren Kalkerdezuschlag, wenn ein möglichst fehlerfreies Roheisen erfolgen soll.

C. Das Beschicken in Rücksicht auf die Temperatur und Pressung des Gebläsewindes.

Einwirk der Temp tur.

Je höher die Temperatur der Gebläseluft zur Ersparung von Brennmaterial oder zur Erhöhung der Production (Bd. I. S. 636), um so basischer, kalkreicher muss

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 253. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 170.
2) Leoben. Jahrb. 1861. X, 376, 389. — Oesterr. Ztschr. 1861. No. 2.

die Schlacke sein, damit möglichst wenig Kieselsäure reducirt wird.[1]) Daher ist z. B. die bei Wind von 50—60° R. erhaltene Koksschlacke von Königshütte in Oberschlesien (S. 153) eine Verbindung von Singulo- mit Bisilicaten mit 47,34 $\ddot{\text{Si}}$, 11,44 $\dddot{\overline{\text{Al}}}$, 34,45 $\dot{\text{Ca}}$, 1,94 $\dot{\text{Mg}}$ und 3,05 $\dot{\text{Mn}}$, während die bei Wind von 300° C. erzeugten Schlacken von Hattingen, Porta Westphalica etc. (S. 156) Singulosilicate oder Gemenge derselben mit Subsilicaten sind.

Unter sonst gleichen Umständen reducirt sich am wenigsten Kieselerde bei Anwendung von Holzkohlen und kaltem Wind, mehr bei Holzkohlen und erhitztem Wind oder Koks und kaltem Winde, am meisten bei Koks und erhitztem Wind, wenn die Beschickung sauer, weit weniger aber, wenn sie basisch ist. Roheisen von mässig erhitztem Winde, aber hinreichend basischer Beschickung ist kaum schlechter, als von kaltem Winde (Siegen'sches Koksroheisen). Der Einfluss, welchen die Anwendung von Holzkohlen oder Koks, heissem oder kaltem Wind auf die Zusammensetzung der Schlacke ausübt, lässt sich aus einer Reihe Schlackenanalysen von EBERMAYER[2]) ersehen. Die Schlacken stammen von Heinrichshütte bei Lobenstein.

Schwer reducirbare Eisensteine [manche Magneteisensteine[3])] oder leichtschmelzige Eisensteine [manche Spath- und Kohleneisensteine[4])], welche geneigt sind, bei Anwendung von kalter Luft selbst bei hohem Brennmaterialverbrauch ein weisses, unvollständig gekohltes, zuweilen schwefel- und siliciumreiches Roheisen zu geben, müssen zur Herstellung einer strengflüssigeren Beschickung, welche längere Zeit der reducirenden Wirkung des Kohlenoxydgases ausgesetzt bleibt, mit Kalk beschickt und zur Hervorbringung der erforderlichen Temperatur ohne übermässigen Brennmaterialaufwand mit heissem Winde verschmolzen werden.

Soll sich die Beschaffenheit des Roheisens nicht ändern, so müssen in einer Eisensteinsbeschickung Oxyde nur durch

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 227.
2) B. u. h. Ztg. 1857. S. 344; 1858. S. 388.
3) Allgem. b. u. h. Ztg. 1861. S. 251.
4) B. u. h. Ztg. 1858. S. 227, 243.

Oxyde und solche nicht durch leichter verschlackbare Oxydule ersetzt werden. Ist letzteres nicht zu vermeiden, so bedarfs gleichzeitig eines grösseren Kalkzuschlages, um die Beschickung strengflüssiger zu machen und die Reduction des Oxyduls dadurch zu begünstigen.

Einfluss der Windpressung.

Die Windpressung, abhängig hauptsächlich von der grösseren oder geringeren Dichtigkeit des Brennmaterials und der Strengflüssigkeit der Beschickung, ist weniger in Rücksicht zu ziehen bei der Zusammensetzung der Beschickung, als zur Beschaffung der erforderlichen Schlackenmenge. Zum Schutze des Eisens beim Niederschmelzen vor der Form und im Herde gegen die oxydirende Wirkung des Gebläsewindes und der gebildeten Kohlensäure ist eine gewisse Schlackenmenge erforderlich, welche mit der Pressung des Windes zunehmen muss. Danach muss bei Anwendung von Koks die Schlackenmenge grösser, als bei Holzkohlen, bei leichtflüssigen Beschickungen auf Weisseisen geringer, als bei solchen für graues sein. Die in dieser Beziehung gemachten älteren Angaben von WALTER DE ST. ANGE, dass in Kokshohöfen für 100 Theile weisses oder halbirtes Roheisen 137—201, für graues 259—298 Thle. Schlacke vorhanden sein müssen, sind im Allgemeinen zu hoch und lassen zwischen weissem und grauem Eisen zu viel Spielraum.

Es ist im Allgemeinen anzunehmen, dass in Koksöfen bei mittelflüssiger Beschickung und einer Pressung von 20 Centimeter Quecksilber Schlacken- und Roheisenmenge sich wie 100 : 100 zu verhalten hat, welches Verhältniss aber auf 200 : 100 steigen kann, wenn die Beschickung strengflüssiger und die Windpressung grösser wird. Bei Verhüttung des reichen Kohleneisensteins in Schottland [1]) geht die Schlackenmenge zuweilen auf 93 herab, sowie umgekehrt in Galizien [2]) das ganz abnorme Verhältniss von 100 Roheisen : 450 Schlacke vorkommt. Da die Schlacke dem Roheisen im Herd unter Entziehung von Kohlenstoff um so mehr Silicium mittheilt, in je grösserer Menge sie vorhanden und

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 233.
2) Leoben. Jahrb. 1861. X, 360.

je saurer sie ist, so muss man bei erforderlicher reichlicher Schlackenmenge basischer beschicken.

Bei Holzkohlenöfen bleibt das Verhältniss von Schlacke zu Roheisen meist unter 1 : 1 und kann bei sehr leichtflüssiger Beschickung und schwacher Windpressung auf 40 : 100 herabgehen, z. B. in Kärnten.

Je grösser die erzeugte Schlackenmenge ist, um so höher steigt der Eisenverlust in den Schlacken. Da kieselige und thonige Eisensteine mehr Zuschläge erfordern, als kalkige, so gestatten letztere ein besseres Eisenausbringen als erstere, und der geringste Verlust findet z. B. beim Verschmelzen der reichen, leichtflüssigen, fast 60 % Eisen enthaltenden schottischen Kohleneisensteine statt. [1])

D. Das Beschicken in Rücksicht auf die leichtere oder schwierigere Reducirbarkeit der Eisensteine.

Das hierauf Bezügliche ist bereits auf S. 158 angeführt.

E. Das Beschicken in Rücksicht auf die Qualität des Roheisens.

Einflüsse auf die Qualität des Roheisens.

Zur Erzeugung mancher Roheisensorten bedarfs eines gewissen natürlichen Zustandes der Erze [2]), welcher künstlich entweder gar nicht oder nur mit grossen Schwierigkeiten herzustellen ist. So lassen sich z. B. Spiegeleisen, luckige und blumige Flossen nur aus schwefel- und phosphorfreien, leichtflüssigen, also manganreichen, und leichtreducirbaren Erzen, meist Spatheisensteinen, darstellen, welche gewöhnlich schon eine hinreichende Menge schlackengebender Bestandtheile enthalten oder nur geringer Kalkzuschläge bedürfen. Die Darstellung solcher Roheisensorten ist deshalb an gewisse Localitäten (Steyermark, Kärnthen, Siegen, Schweden etc.) gebunden. Bei wieder anderen Erzen ist man im Stande, durch passende Modification der Beschickung, des Brennmaterials, der Ofenconstruction, des Schmelzganges und namentlich der Schmelztemperatur Roheisensorten von der verschiedensten Qualität zu produciren. Bald liefert ein und

1) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 151.
2) B. u. h. Ztg. 1857. S. 373.

derselbe Ofen abwechselnd graues und weisses Roheisen, bald nur immer eine bestimmte Eisensorte. In Deutschland ist die Trennung der Roheisensorten in solche für die Giesserei, Stabeisen- und Stahlbereitung nicht so ausgesprochen, wie in Belgien und England, in welchem letzteren Lande diese Trennung nicht nur nach Oefen, sondern sogar nach ganzen Districten geschieht. [1]) So erzeugt z. B Schottland mit Blackband und roher Kohle graues Giessereiroheisen, Yorkshire mit Thoneisensteinen und Koks Roheisen für bestes sehniges Eisen und Kesselblech, Staffordshire mit denselben Eisensteinen und Koks oder Steinkohle Roheisen für gewöhnliches Stabeisen, Wales aus Thon-, Roth- und Brauneisensteinen mit Koks und Rohkohlen Schieneneisen, Cumberland aus Rotheisenstein mit Koks Roheisen für Korneisen und Stahl.

Wie bereits mehrfach bemerkt, begünstigt eine höhere Schmelztemperatur die Bildung von grauem, eine niedrigere die von weissem Roheisen und muss die Temperatur mit der Schmelzbarkeit der Beschickung im richtigen Verhältnisse stehen, auf welche wieder der Silicirungsgrad der Schlacke (S. 144) und die Anwesenheit gewisser Basen (S. 145) von Einfluss ist. Eine Hauptbedingung für die Production eines guten und gleichmässigen Roheisens ist eine constante Schlackenzusammensetzung, welche um so leichter zu erzielen ist, je mehr sich die Erze gleichbleiben. Auf den grösseren oder geringeren Kohlenstoffgehalt des Roheisens wirkt ausser fremden Beimengungen (S. 12) in der Beschickung oder im Brennmaterial noch der Umstand ein, ob mehr oder weniger Schlacke vorhanden ist (S. 159) und das gekohlte Eisen mehr oder weniger über oder erst vor der Form schmilzt.

Je höher die Schmelzung über der Form eintritt, einen um so grösseren Raum muss das gekohlte Eisen durchlaufen, bevor es aus dem Bereich der oxydirenden, also entkohlend wirkenden Kohlensäure im Gestell gelangt. Durch das relative Verhältniss zwischen den in den Ofen gebrachten Brennmaterialgichten und dem Beschickungssatze lässt sich,

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 324. — Amtl. Bericht über die Londoner Ind.-Ausst. v. 1862. Berlin 1863. Hft. 1. S. 27.

vorausgesetzt, dass die Beschickung überall den richtigen Grad der Schmelzbarkeit besitzt, dies reguliren.

Folgende Hauptanhalten lassen sich beim Beschicken in Rücksicht auf die Qualität des Roheisens nehmen:

Regeln beim Beschicken.

Zur Darstellung von Spiegeleisen, luckigen und blumigen Flossen bedarf es eines selbstgehenden oder nur wenig Zuschläge erfordernden reinen, manganreichen Spatheisensteins. Bei höherer Satzführung, also bei niedrigerer Temperatur, bilden sich dann die zum Frischen sehr geeigneten luckigen und blumigen Flossen (S. 16), bei etwas niedrigerer Satzführung das Spiegeleisen mit mehr oder weniger Mangan (S. 8), als Hauptmaterial für die Stahlfabrikation.

Der Mangangehalt des Roheisens wächst unter sonst gleichen Verhältnissen mit der Menge der im unverwitterten, vielleicht auch im ungerösteten Zustande angewandten Spatheisensteine, bei einer mehr basischen, als saueren Beschickung, bei Anwendung erhitzter Gebläseluft, bei einer stärkeren Spannung der Gase im Gestell und bei anderen, noch nicht näher gekannten Umständen.[1])

Eine leichtflüssige, zwischen Singulo- und Bisilicat liegende Schlacke, in der die Kalkerde die Thonerde überwiegt, wirkt der Reduction des Siliciums entgegen. Man führt den Satz so, dass die Schmelzung des gekohlten Eisens beim Spiegeleisen nur wenig, bei den luckigen Flossen etwas über der Form stattfindet. Da Koks höhere Temperaturen geben, so lässt sich ein Betrieb auf luckige und blumige Flossen damit nur unterbrechungsweise ausführen, während ein solcher für Spiegeleisen, selbst bei heissem Winde möglich ist (Siegen mit Holzkohlen, Koks und heissem Wind; Vordernberg mit Holzkohlen und heissem Wind; Weardale Iron Comp. zu Ferryhill in Durham mit Koks und kaltem Wind). Das mit Holzkohlen erzeugte Spiegeleisen fällt gewöhnlich schöner aus, als solches mit Koks, indem sich öfter Bildungen von blätterigen Krystallisationen in Drusen des ersteren zeigen.

Soll aus schwefel- und phosphorhaltigen Eisensteinen

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 320.

gaares weisses Frischroheisen (S. 18) erblasen werden, so bedarf es stärkerer Kalkzuschläge und, wenn Mangan im Erze nicht vorhanden, auch eines Zusatzes von manganhaltigen Substanzen, insofern nicht durch Verschlackung von Eisen Leichtflüssigkeit erzielt werden soll, wie z. B. in England [1]) bei Darstelllung von weissem körnigen Frischroheisen mittelst verstärkten Frischschlackenzuschlages.

Bei einem grösseren Schwefelgehalt muss unter Steigerung der Kalkzuschläge bei heissem Winde (S. 43) ein halbirtes oder graues Frischereiroheisen erzeugt werden; zur Darstellung eines weichen, zähen grauen Roheisens, welches sowohl zur Giesserei, als Frischerei tauglich ist, muss man Phosphor, Schwefel und Mangan enthaltende Erze vermeiden, auch Eisenfrischschlacken und unter Umständen den leichtschmelzigen Flussspath. Phosphorreiche Eisensteine lassen sich weder auf gutes weisses, noch auf graues Frischereiroheisen verblasen, wohl aber kann das graue phosphorhaltige Eisen (S. 48) wegen seiner Dünnflüssigkeit zur Giesserei von Gegenständen verwandt werden, welche scharf sein müssen, ohne dass Sprödigkeit schadet, und keiner mechanischen Bearbeitung weiter bedürfen. Das halbirte Eisen erzeugt man auch dann, wenn man nicht leichtflüssig genug beschicken kann, um weisses Eisen zu erblasen, oder um sich ein etwas schwieriger frischendes Material zum Mischen mit andern Roheisensorten im Puddelofen zu verschaffen oder um ein für gewisse Gusswaaren geeignetes Roheisen zu erhalten. Die anzuwendende Frischmethode (z. B. Wallonen- oder Lancashire-Frischmethode in Schweden) [2]) kann bald für die Darstellung von weissem, bald von halbirtem Roheisen sprechen, desgleichen ob man daraus Stabeisen von körniger oder sehniger Textur [3]), besseres oder geringeres [4]) bereiten will, in welchem letzteren Falle z. B. grössere Mengen Frisch-, Puddel- oder Feineisenfeuerschlacken zur Anwendung kommen können. Für graues Giesserei-

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 254. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 156.
2) B. u. h. Ztg. 1857. S. 361.
3) Leoben. Jahrb. 1861. X, 387.
4) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 25.

roheisen, welches sehr fest sein muss, beschickt man mehr basisch, damit es reicher an Kohlenstoff und ärmer an Silicium und Schwefel wird; für gewöhnliche Giesserei sauer und, soll das Roheisen nochmals umgeschmolzen werden, noch saurer unter Anwendung von mehr oder weniger stark erhitztem Wind, wobei das Roheisen ärmer an Kohlenstoff, aber reicher an Silicium und Schwefel wird. Zuweilen gibt man absichtlich schwefelhaltige Erze in die Beschickung, wenn ein geringer Schwefelgehalt im Giessereiroheisen erwünscht ist, z. B. beim Kanonen- und Poterieguss (S. 45), oder wenn er nichts schadet (Granulireisen für die Niederschlagsarbeit der Bleihütten). Graues Frischereiroheisen mit Neigung zum Weisswerden (Blattleisen) muss bei kieselerdearmer, kalkreicher, aber nicht zu strengflüssiger Schlacke erzeugt werden.

Schwarzgraues Roheisen erzeugt man nur dann, wenn bei stark vorherrschender Thonerde oder Magnesia oder bei grösserem Schwefelgehalt im Erz oder Brennmaterial sehr strengflüssig beschickt werden muss.

In England, wo die Eisenerze, bis auf die strenflüssigeren Clevelandeisensteine, leichtflüssig und leichtreducirbar, aber mit Ausnahme der Roth- und Spatheisensteine phosphorhaltig sind, führt man zur Erzeugung eines phosphorarmen grauen Roheisens einen hitzigen Ofenbetrieb, welcher in Schottland bei Verwendung schwefelhaltiger Steinkohle bei sehr basischer Beschickung so hitzig getrieben werden muss, dass schwarzgraues Roheisen erfolgt, dessen geringe Zähigkeit nach Gruner und Lan gewiss einem Aluminiumgehalt mit zugeschrieben werden muss (S. 58).

Das zu ordinairen Schienen zu verwendende Roheisen, ein weisses körniges gut zu verpuddelndes Roheisen, erfolgt bei kälterem Gange und starkem Frischschlackenzuschlage, wobei dann aber schwarze glasige Schlacken mit 12—20% oxydirtem Eisen entstehen.

Die Menge Beschickung, welche zu 100 Pfd. Roheisen gebraucht wird, ist nach v. Mayrhofer $\frac{10,000}{p}$ Pfd., worin p = dem Procentgehalt der Beschickung.

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 262, 269.

Bei den niedrigeren Holzkohlenöfen werden die zu gattirenden Erze auf dem Beschickungs- oder Möllerboden (Bd. I. S. 164) in horizontalen Lagen zu einem etwa 1½—2 Fuss hohen Haufen (Möller, Beschickung) ausgebreitet und dann mit den Zuschlägen bedeckt, welche zweckmässig die Korngrösse des Erzes haben. Kommt von einer Eisensteinssorte eine grössere Quantität zum Möller, so fährt man dieselbe nicht in einer Lage auf, sondern bringt einen Theil zu unterst, einen andern in die Mitte und einen dritten zu oberst. Beim Aufgeben der Beschickung macht man alsdann vertikale Absticho. Weniger sorgfältig verfährt man häufig beim Coksofenbetriebe, wo die Eisensteine direct in den Ofen gestürzt und dann über jede Gicht der Zuschlag ausgebreitet wird.

Verfahren beim Gattiren u. Beschicken.

Auf den Oberharzer Eisenhütten hat ein Möller von 20 Fuss Länge, 10 Fuss Breite und 1½ Fuss Höhe 300 Cbfss. Inhalt, eine etwa für 24 Stunden Schmelzzeit ausreichende Menge. Das Auffahren des Möllers geschieht hier nach Kübeln à 2 Cbfss. oder nach Karren à 6 Cbfss. War, wie beim Pochen der Erze, viel Staub entstanden, so wird das mehr oder weniger trockne Möller, damit kein Vorrollen des Erzkleins und kein Wegblasen von Kalktheilen etc. stattfindet, mit Wasser angefeuchtet und zwar im trocknen Zustande mit etwa 15—20 Kübeln. Die dabei gebildeten Klumpen backen locker zusammen, was die Reduction befördert.

Bevor die Beschickung zum Verschmelzen kommt, untersucht man sie noch auf ihren Nässgehalt, sowie auf ihr Schmelzverhalten und den durchschnittlichen Eisengehalt (Möllerprobe).

Behuf der Nässprobe wiegt man zunächst 1 Cbfss. Beschickung, durch senkrechtes Abstechen der Lagen erhalten, im nassen und dann im getrockneten Zustande ab. Das Trocknen geschieht entweder in einem vorn offenen blechernen Kasten durch die Gichtgase, indem man denselben an einem Krahne über der Gicht aufhängt, oder, wo die Gichtgase abgefangen werden, auf einer mit einem Rand versehenen Eisenplatte, welche zu Königshütte am Harze z. B. 52 Zoll lang, 25 Zoll breit und ¾ Zoll dick ist und mittelst eines

Nässprobe.

Treppenrostes erhitzt wird. 1 hannov. Cbfss. Beschickung wiegt nass 80—90 Pfd., trocken 70—80 Pfd.

Möllerprobe.

Zur Möllerprobe verwendet man entweder die zur Bestimmung des Trockengewichtes benutzte Masse, oder nimmt eine besondere Probe, indem man in der Mitte des Möllers mit einer Schaufel von oben nach unten alle Lagen durchstösst und Probegut heraufholt. Dieses wird durch Theilung bis auf etwa 20 Cubikzoll verjüngt, getrocknet, zerkleint, gesiebt, gemengt und ohne alle Zuschläge wie eine Erzprobe (S. 100) verschmolzen. Man ersieht aus dem Schmelzresultat, ob das Möller den erforderlichen durchschnittlichen Eisengehalt besitzt und die schlackengebenden Bestandtheile in richtiger Menge enthält (S. 98). Auch kann man das Möller in letzterer Beziehung auf nassem Wege nach der BERTHIER'schen Methode (S. 98) untersuchen.

Gichtaufzüge.

Wo es irgend angeht, legt man die Hohöfen an einen Berg und führt dann Eisensteine, Brennmaterial etc. von oben herab auf den neben der Gicht liegenden Möllerboden. Wo solches die Localität nicht gestattet, da muss die Möllerung auf der Hüttensohle vorgenommen und das Schmelzmaterial durch maschinelle Vorrichtungen (Gichtaufzüge) bis zur Gicht gehoben werden. Der Möllerplatz liegt entweder unter dem Gichtaufzug im Hüttengebäude (Altenauer Eisenhütte am Harz) oder in einem besonderen mit Eisenplatten am Boden versehenen Möllerhause (Möllerhalle), von wo der Transport zum Gichtaufzuge auf Schienen geschieht, während die zu gattirenden Erze mittelst Kippwagen zweckmässig von einem höher liegenden Platze auf die Möllerbeete herabgestürzt werden können (Hörde, Johannishütte bei Duisburg).

Seltener verwendet man als Betriebskraft bei Gichtaufzügen Menschenhände an einem Haspel mit Vorgelege bei geneigter oder besser vertikaler Förderbahn (Altenauer Hütte), sondern meist Wasser- oder Dampfkraft.

Verschiedene Constructionen.

Die hauptsächlichsten Constructionen bei Gichtaufzügen[1] sind folgende:

1) LE BLANC's Eisenhüttenkunde. I. Taf. 17—20; III. Taf. 25—28, S. 316. — VALERIUS' Roheisenfabrikation, deutsch v. HARTMANN.

a) Vertikaler oder geneigter Dampfgichtaufzug. Die Dampfmaschinen, gewöhnlich kleine direct wirkende Hochdruckmaschinen mit Vor- und Rückwärtssteuerung, setzen mittelst eines Vorgeleges an das Triebrad angegossene Seilscheiben in Bewegung, über welche das die Gichtschalen tragende Seil geht.

Dampfgichtaufzug.

Zu Königshütte[1]) in Oberschlesien zieht man solchen vertikalen Gichtaufzügen hydraulische vor. Ein Dampfgichtaufzug zu Hubertushütte[2]) in Oberschlesien ist in WIEBE's Skizzenbuch für den Ingenieur beschrieben, sowie auch auf Vorwärtshütte[3]), zu Hörde[4]), zur Mathildenhütte bei Harzburg etc. in Anwendung.

Bei geneigten Gichtaufzügen (Taf. I. Fig. 4) befindet sich auf jeder von zwei nebeneinanderlaufenden, 25—45° geneigten Schienenbahnen S und S' ein Wagen W und W' zur Aufnahme der Fördergefässe B. Die Wagen W und W' sind durch eine Kette oder weniger gut durch ein leicht abnutzbares plattes Seil verbunden, welches um eine Trommel gelegt ist. Diese wird durch eine gewöhnlich auf der Hüttensohle stehende Dampfmaschine mittelst einer Vorrichtung zum Ein- und Ausrücken in Gestalt eines Zahn- oder Riemenräderwerkes abwechselnd nach rechts und links gedreht. Neben der einen Bahn befindet sich eine Treppe und eine gezahnte Stange, mittelst welcher beim etwaigen Reissen des Seiles der Wagen durch eine Klinke aufgehalten werden kann.

Geneigte Gichtaufzüge.

Derartige Aufzüge, bei grösseren Hohofenanlagen z. B. in Belgien (Valerius c. l.) und in England auf alten Werken gebräuchlich, gestatten zwar einen regelmässigen Betrieb, erfordern aber besondere Betriebs- und Arbeits-

1851. S. 337. Neuer Schaupl. d. Bgwkde. XV, 2. Abthl. S. 60. — DELVAUX DE FENFFE in B. u. h. Ztg. 1857. S. 271. — WEISSBACH, Ingenieur-Mechanik. III, 452. — HARTMANN, Vadem. f. d. Eisenb. 1863. S. 150.

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 354.

2) HARTMANN's Fortschr. V, 98.

3) Allgem. b. u. h. Ztg. 1861. S. 252.

4) SCHÖNFELDER, die baulichen Anlagen auf den Berg-, Hütten- und Salinenwerken in Preussen. 1861. 1. Jahrg. 1. Lief. S. 9. Taf. 4 u. 5.

kräfte, bedeutende Unterhaltungskosten, sind unbequem und nehmen im Allgemeinen viel Platz ein, dagegen gewinnt man durch dieselben mehr Raum neben den Oefen, als durch senkrechte Aufzüge und kann den Anfangspunct des Aufzuges nahe den aufzugichtenden Materialien legen [Ulverstone].[1]) Vortheilhafter sind solche Anlagen, wenn die Materialien von höheren nach tiefer liegenden Puncten herabgelassen werden müssen.

Paternosterwerke.

b) Gichtaufzüge mit Kette ohne Ende (Paternosterwerke) bestehen aus 2 Ketten *a* (Taf. I. Fig. 5), welche unten und oben über Räder gehen und mit Haken *b* versehen sind, welche in die Oesen oder Krampen an den Fördergefässen *g* greifen. Besondere Vorrichtungen bieten die Gefässe den Haken dar und heben sie oben auf dem Gichtboden ab.



Diese Vorrichtung erfordert zu ihrer Bedienung viel Personal, bedarf häufiger Reparaturen und lässt nur die Anwendung kleiner Fördergefässe zu, damit keine ungleichmässige Belastung der Kette stattfindet. Da die Fördergefässe beim Ausstürzen starke Stösse auszuhalten haben, so müssen sie fest sein. Es haben diese in Belgien (Valerius c. l.) gebräuchlichen und in die Rheinprovinz übergegangenen Gichtaufzüge in England keinen Anklang gefunden.

Zweckmässiger sind die Gichtaufzüge mit englischen Ketten ohne Ende (Taf. I. Fig. 6), an denen zwischen den beiden Ketten *a* in gewissen Entfernungen blecherne Aufziehschalen (Wagschalen) *b* angebracht sind, auf welche man unten die beladenen Fördergefässe setzt und dieselben oben auf dem Gichtboden wieder abnimmt, um sie zu entleeren und leer nieder gehen zu lassen. Die Vortheile dieser Vorrichtung bestehen darin, dass kein Ein- und Ausrücken behuf Wechselung der Bewegungsrichtung erforderlich ist; sie nimmt wenig Raum ein, bewegt sich langsam (höchstens 0,10 — 0,12 Meter pro Secunde), weshalb wenig Brüche vorkommen, erfordert nur geringe Betriebskraft,

1) Tunner's Ber. über die London. Ind.-Ausstell. v. 1862. S. 82. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 139.

weniger Bedienung, als die vorige, und kostet etwa 2000 Franks, während die vorige an 5500 Franks kommt.

Wassergichtaufzug.

c) Wassertonnenaufzüge, Wasserwagen, Gichtaufzüge mit hydraulischem Gegengewicht (Taf. I. Fig. 7). *a* Hölzerner Kasten, welcher aus einem Behälter *b* auf dem Gichtboden durch eine mit Hahn *c* versehene Röhre *d* mit Wasser gefüllt werden kann. *e* Gichtwagen, auf Schienen oberhalb des Kastens (Wagschale) *a* stehend. Sobald der letztere bis zu einer gewissen Höhe mit Wasser gefüllt worden, sinkt er durch seine Schwere nebst dem leeren Gichtwagen *e* in einer Leitung *f* nieder und zieht eine in einer zweiten Leitung daneben befindliche wasserleere, aber mit dem gefüllten Gichtwagen beschwerte Wagschale in die Höhe, indem beide Schalen mittelst eines um die Seilscheibe geschlagenen Kettenseiles *g* verbunden sind. Während der nach oben gelangte volle Gichtwagen ausgestürzt und die dazu gehörige Schale mit Wasser gefüllt wird, entleert sich die wassergefüllte Wagschale *a* auf der Hüttensohle, indem ein Ventil *h* am Boden mit seinem Stiele auf ein Hinderniss stösst und sich öffnet. Nachdem dann der gefüllte Gichtwagen auf die von Wasser befreite Schale geschoben worden, findet deren Hebung in vorhinniger Weise statt. Die Geschwindigkeit der Schalen wird mittelst einer Bremse an der Scheibenwelle regulirt.

Gichtaufzüge dieser Art, wie sie z. B. in Ilsenburg, zu Königshütte[1]) in Oberschlesien, zu Henrichshütte[2]) in Westphalen, zu Theissholz[3]), in England, Frankreich[4]) etc. in Anwendung stehen, veranlassen in Bezug auf die Triebkraft einen geringen Kraftverlust, denn das Aufdrücken des Wassers zur Gicht erfordert etwas mehr Kraft, als die zur directen Hebung der Last nöthige. Das Wasser kann immer wieder benutzt werden. Uebrigens empfiehlt sich der Apparat vor allen andern durch seine Einfachheit und Leistungs-

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 352 Taf. 11. Zeichnungen der Vereins Hütte. 1858. Taf. 18.
2) Allgem. b. u. h. Ztg. 1860. S. 373. Taf. 16.
3) Rittinger's Erfahrungen. 1855. S. 38.
4) Jullien, Eisenhüttenkunde, deutsch v. Hartmann. Taf. 21.

fähigkeit, sowie eine Ersparung an Arbeitern. Nicht zu sehr zu fürchten sind die Uebelstände, dass das Wasser frieren kann, was aber bei seiner beständigen Bewegung selten der Fall ist, dass zuweilen Kettenbrüche entstehen und unten durch Lockerwerden der Wasserkästen unter den Schalen Wasserpfützen sich bilden.

Hydraulischer Gichtaufzug.

d) Gichtaufzug nach dem Princip der hydraulischen Presse.[1]) Ein solcher ist von nachstehender Einrichtung (Taf. I. Fig. 8) für den Irelandkupoloofen von JOHN FERNIE construirt und in der Britanniagiesserei zu Derby angewendet: *a* Dampfcylinder mit dem Kolben *b*, welcher 3 Fuss Schub hat. *c* schmiedeiserne Röhre, durch welche Dampf über den Kolben strömt, welcher das Wasser aus *a* durch die gusseiserne Röhre *d* unter den Kolben *e* treibt. Dieser ist am Boden mit einem angeschraubten Lederstulp versehen, welcher zur Liederung dient. Die Kolbenstange *f* besteht der Leichtigkeit wegen aus einer 1/4 Zoll starken schmiedeisernen Röhre, welche am obern Ende die gusseiserne Platte *g*, zur Aufnahme der beladenen Gefässe bestimmt, trägt. Der Kolben bewegt sich in der Aufzugröhre *h*. Der Deckel des Cylinders *a* liegt mit der Hüttensohle egal, der Cylinder *h* in einem Schacht, dessen oberes Ende etwa 1 Fuss unter der Hüttensohle sich befindet. Die Platte *g*, welche zur Verminderung der Stösse am obern und untern Ende mit Kissen von Kautschuk versehen ist, wird bei ihrem Laufe von den Leitungen *i* geführt.

Soll der Apparat in Wirkung treten, so füllt man die Röhre *d* mittelst einer Druckpumpe durch eine 3/4 Zoll weite schmiedeiserne Röhre mit Wasser, bis der Kolben im Cylinder *a* den obersten Rand erreicht hat. Dann lässt man, nachdem das Fördergefäss auf *g* gesetzt worden, mittelst Oeffnung eines Dreiweghahnes an der Dampfröhre *c* Dampf über den Kolben, worauf der Aufzug steigt und den 10 Fuss langen Weg mit einer Belastung von 9 Ctr. in 20 Secunden zurücklegt. Ist das beladene Gefäss abgenommen, dann gibt der Aufgeber von der Gicht weg dem Maschinenwärter ein

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 55, 271.

Zeichen, welcher durch Oeffnen des Hahnes in *c* den Dampf ausströmen lässt, worauf der Kolben *e* in 30 Sec. wieder seinen tiefsten Stand erreicht. Durch diese Maschine wird bedeutend an Arbeitskraft gespart und man verbraucht auf dieselbe pro Tag 1 Ctr. Steinkohlen, um zwei 5tonnige Roheisenchargen täglich für den Kupoloofenbetrieb aufzufördern.

Zur Johannishütte[1]) bei Duisburg dient eine ARMSTRONG'sche Hebevorrichtung sowohl zum Heben der Erze aus den Schiffen auf eine Ladebühne, als auch zum Aufziehen der Schmelzmaterialien auf die Hohofengicht.

Pneumatischer Gichtaufzug.

e) Pneumatische Gichtaufzüge[2]), von verschiedener Construction, in neuerer Zeit zuerst in England und Wales, später auch in einigen Hütten Deutschlands angewandt. Ein solcher Apparat zur Friedenshütte in Oberschlesien hat folgende Construction (Taf. I. Fig. 9):

Durch die Röhre *a* tritt Gebläseluft über den Kolben *b*, welcher dadurch in dem gusseisernen Cylinder *c* niedergedrückt wird. Der Kolben theilt durch die Kolbenstange *d* und deren Fortsetzung *e* seine Bewegung zwei Zahnrädern mit und bewirkt dadurch das Aufsteigen einer mit dem Fördergefäss beladenen Schale. Um das entleerte Gefässe von der Gicht wieder herabzulassen, öffnet ein Arbeiter mit Hülfe einer kleinen Winde *f* und des Seiles *g* das Ventil *h* mehr oder weniger, wodurch die Geschwindigkeit des Sinkens regulirt wird.

Die Maschine hebt im Ganzen 643 Kilogramm, wovon Schale und Fördergefäss 143 Kil. wägen. Zum Aufsteigen des letzteren reichen 2½ Minuten aus; ebensolange dauert beinahe der Niedergang, das Füllen und Entleeren des Gefässes. Der Kolben *b* durchläuft 2,668 Meter oder ¼ soviel, als das Fördergefäss gehoben werden muss. Der Apparat versorgt zwei Hohöfen.

Eine noch einfachere Vorrichtung findet sich fast aus-

1) SCHÖNFELDER, die baulichen Anlagen auf den Berg-, Hütten- und Salinenwerken in Preussen. 1. Jahrg. 2. Lief. S. 8, 19. Taf. I.

2) DINGL. CXV, 17. — B. u. h. Ztg. 1859. No. 32; 1850. No. 14, 15; 1857. No. 33. — Bullet. de la société de l'industrie minérale. III, 386.

schliesslich auf den neuen Hütten in Cleveland[1]) in land, wo die Gebläseluft unter eine im Wasser schwimm Glocke tritt, welche das Fördergefäss hebt.

Diese Maschinen empfehlen sich sehr, sie sind Unfällen unterworfen und leicht zu betreiben, insofern vorhandene Gebläsemaschine den erforderlichen Wind li

B. Zuschläge und deren Vorbereitung.

Zweck.

§. 13. Zweck und Beschaffenheit der schläge. Die Zuschläge beim Eisenerzschmelzen kö folgende Zwecke haben:

Schlackenbildende Zuschläge.

A) Die Herstellung des durch die Gattirung allein zu erreichenden richtigen Verhältnisses der schlackenge den Bestandtheile der Qualität (S. 144) und Quantität und zwar verwendet man in dieser Beziehung als schlac gebende Zuschläge:

1) Basische Zuschläge, und zwar

a) Kalkige Substanzen[2]) (Bd. I. S. 167), je Erforderniss in Gestalt von reinem Kalkstein bei t gen Erzen, von thonigem Kalk (Mergel) bei kiesel Erzen, von Flussspath bei strengflüssigen, namentlich k ligen Erzen, von magnesiahaltigem Kalk [Brauns Dolomit[3]), Ankerit[4])] bei zu leichtflüssigen Erzen.

Zur Ersparung von Brennmaterial kommt der zweckmässig im gebrannten Zustande[5]) (Bd. I. S. zur Anwendung; bei höhern Oefen, namentlich in Kokshoh in England und Schottland[6]), brennt man ihn nicht im Der gebrannte Kalk muss möglichst rasch verwandt we

1) Breslauer Gew.-Bl. 1862. No. 23. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 1863. S. 140.

2) Beispiele für das Beschicken mit Kalkstein: Leoben. Jahrb. X, 318.

3) B. u. h. Ztg. 1861. S. 286.

4) Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanstalt. 1853. S. 827; 1856. S 1859. S. 26, 30 im Anhang.

5) B. u. h. Ztg. 1851. S. 201; 1853. S. 377, 745; 1862. S. Eck's abweichende Resultate: Karst. Arch. 2 R. XXV, 4 Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 160.

6) B. u. h. Ztg. 1862. S. 211.

damit er nicht zu viel Wasser aufnimmt. Derselbe erhöht auch die Production, weil bei seinem geringeren Volum in einer gewissen Zeit mehr Gichten durch den Ofen gehen. Die Vortheile der Anwendung des gebrannten Kalkes sind um so grösser, je ärmer die Erze und je mehr Zuschlag sie erfordern. Als man zu Ougrée statt 40 % rohen Kalk 26 % gebrannten zuschlug, ersparte man 1,6 % Koks und erhöhte die Production um 2,3 %, zu Königshütte in Oberschlesien um resp. 3,1 und 2,85 %.

Bei kleinen, mulmigen Erzen ist der leicht zerfallende gebrannte Kalk weniger gut anzuwenden, als bei Erzstücken.

Als schädliche Bestandtheile kann der Zuschlagskalk phosphorsauren Kalk[1]), schwefelsauren Kalk und schwefelsaure Thonerde[2]) enthalten. Auch ein grösserer Kieselsäuregehalt[3]) ist in den meisten Fällen unerwünscht, da er eine Steigerung des Kalkzuschlages veranlasst. Der reinste Kalkstein enthält meist 1—2 % Kieselsäure, unreinere Sorten 5–10, ja bis 25 %.

b) Basische Silicate, z. B. manche Grünsteine[4]) Serpentin etc.

c) Manganhaltige Substanzen zur Erzielung weisser Roheisensorten, z. B. Braunstein, Franklinit (S. 53) etc.

2) Saure Zuschläge, und zwar weniger in Gestalt von zu strengflüssigem Quarz, als von sauren Silicaten (an Quarz mehr oder weniger reichem Thon, verwittertem Thonschiefer, Basalt, Porphyr[5]) etc.), bei kalkigen, kalkigthonigen und talkigen Erzen.

3) Neutrale Zuschläge für zu eisenreiche Erze (S. 148), seltener in Gestalt von natürlichen Silicaten (S. 88) als von Gemengen derselben (Granat,[6]), Augit, Porphyr[7]) etc.) mit Kalk, auch wohl von Eisenhohofenschlacken.

---

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 356.
2) Leoben. Jahrb. 1861. X, 325, 370.
3) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 171.
4) Leoben. Jahrb. 1861. X, 318.
5) Leoben. Jahrb. 1861. X, 317.
6) B. u. h. Ztg. 1857. S. 103.
7) Leoben. Jahrb. 1861. X, 323.

Absorbirende Zuschläge.

B) Die Bindung für das Eisen schädlicher Substanzen (Schwefel, Phosphor, Silicium). Solche **absorbirenden Zuschläge** sind hauptsächlich Kalk (S. 38, 43) und manganhaltige Fossilien (S. 39, 43), seltener Alkalien [1]) (Kochsalz), deren Wirkung bald günstig, bald zweifelhaft gewesen ist. Durch inniges Beimengen des Kalkes wird dessen Wirkung begünstigt, wie LANG und FREY's Methode der Frischschlackenverhüttung (S. 149) und der Darstellung von BLEIBTREU's Kalkkoks (Bd. I. S. 295) erweisen. Flussspath schmilzt mit Gyps und Schwerspath zusammen (S. 148), auch wirkt derselbe auf Verminderung des Siliciumgehaltes im Roheisen.[2])

Reinigende Zuschläge.

D) Die Einführung von Körpern ins Roheisen, welche dessen Festigkeit erhöhen (**Wolfram**) oder bei dessen weiterer Verarbeitung auf Stabeisen und Stahl vortheilhaft wirken (**verbessernde Zuschläge**), indem sie entweder mit letzteren in Verbindung treten (Wolfram, Titan) oder auf die Entfernung schädlicher Substanzen wirken (Mangan, Wolfram). Als solche sind hauptsächlich zu bezeichnen: titanhaltige Mineralien (S. 67), manganhaltige bei Erzeugung von Spiegeleisen (S. 14), Wolfram.[3])

Die Wirkung des Titans und theilweise des Wolframs ist indessen noch nicht völlig aufgeklärt. Nach La GREN[4]) wird wolframhaltiges Roheisen fester und nimmt Stahlnatur an, indem das Wolfram durch den Kohlenstoff des Gusseisens reducirt wird. Nach RILEY[5]) findet sich Titan in vielen englischen Roheisensorten und wirkt ähnlich, wie Mangan.

E) Die Aufhebung von Versetzungen im Gestell und Ofenherd, welche z. B. durch zu saure oder zu basische Beschickungen, zu nasses Brennmaterial und mulmiges Erz, durch einen Zinkgehalt der Erze etc. veranlasst werden können. Man benutzt als wirksame **lösende Zuschläge**, wenn ein Beschickungswechsel allein nicht mehr hilft, hauptsächlich:

1) Leoben. Jahrb. 1861. X, 329. — Berggeist 1856. S. 207. — Oesterr. Ztschr. 1862. S. 379.
2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 358.
3) Leoben. Jahrb. 1861. X, 333.
4) DINGL. Bd. 168. S. 281.
5) Mining and smelting magazine IV, 193.

1) Flussspath, welcher eine dünnflüssige, noch Kieselsäure und auch Basen aufnehmende Schlacke bildet, worauf, sowie auf der starken Verwandtschaft des Fluors zum Silicium, dessen kräftig beseitigende Wirkung auf die Versetzungen von zu kieselsauren oder zu basischen Beschickungen beruht, wenn die folgenden Mittel im Stiche lassen. Es ist nach v. MAYRHOFER[1]) zweckmässiger, den Flussspath durch die Gicht, als durch die Form einzubringen, weil in letzterem Falle ein siliciumreicheres Eisen entsteht. Es zersetzt nämlich der Flussspath die Kieselerde gerade da, wo das frei gemachte Silicium mit dem flüssigen Eisen in Berührung ist, während andernfalls die Zerlegung schon in höheren Ofentheilen, wo das Eisen noch nicht flüssig ist, vor sich geht.

Zur Königshütte[2]) in Oberschlesien gab man bei weniger starken Versetzungen mit bestem Erfolge 10 Ctr. Flussspath in Partien von 100 Pfd. auf jede Gicht, bei hartnäckigeren alle 4—6 Stunden 30 Pfd. durch die Formen.

2) Gaare Eisenhohofenschlacken[3]) in Wallnussgrösse, indem man mehr oder weniger an Beschickung abbricht und den Abgang durch 2—4 Gichten solcher Schlacken ersetzt.

3) Eisenfrisch-, Puddel- oder Schweissofenschlacken, welche aber das Gestell leicht angreifen. Sie sind besonders bei durch quarzige, sandige Erze entstandenen Versetzungen wirksam.

§. 14. Vorbereitung der Zuschläge. Diese besteht hauptsächlich in einem Zerkleinern gröberer Stücke durch dieselben Vorrichtungen, welche zur Zerkleinerung der Erze dienen. Die Korngrösse der Zuschläge nimmt man thunlichst der der Erze gleich, in Koksöfen bei Kalk am besten Stücke von etwa 1 Pfd. Gewicht; es kann sich aber eine grössere Zerkleinerung derselben empfehlen, wenn durch innigere Berührung derselben mit dem Erz oder Brennstoff schädliche Stoffe entfernt werden sollen.

Zerkleinern.

1) Leoben. Jahrb. 1861 X, 332.

2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 169, 356, 358. — Schles. Wochenschr. 1860. No. 9.

3) B. u. h. Ztg. 1861. S. 358. — Leoben. Jahrb. 1861. X, 332.

Wendet man zu grobe, an 5—20 Pfd. schwere Stücke Kalk an, so entsteht unter mehr Brennstoffaufwand eine strengflüssigere, Aetzkalk einschliessende Schlacke, oft mit grossem Eisengehalt, wenn sie nicht völlig geschmolzen ist.

Beim Kalkstein kann ausser der Zerkleinerung noch ein Brennen (S. 172) als Vorbereitungsarbeit stattfinden. Bald wird der Kalkzuschlag mit dem Erze gemengt, bald für sich aufgegeben.

C. Brennmaterialien.

Eigenschaften.

§. 15. Allgemeines. Von den Eigenschaften der Brennmaterialien war Bd. I. S. 236 ausführlich die Rede, weshalb derselben hier nur insoweit gedacht werden soll, als sie sich zur Erzeugung von Roheisen eignen.

Wirkung.

Ihre Wirkung hierbei erstreckt sich hauptsächlich auf die Erzeugung der zum Schmelzen des Roheisens und der Schlacke erforderlichen Temperatur durch Verbrennen vor der Form zu Kohlensäure und, nach theilweiser Reduction der letzteren durch glühende Kohlen zu Kohlenoxydgas, zur Reduction des oxydirten und zur Kohlung des metallischen Eisens. Ausserdem wird aber auch noch ein Kohlenverbrauch veranlasst durch Reduction der aus kohlensauren Salzen der Erze und Zuschläge entbundenen Kohlensäure zu Kohlenoxydgas, durch Reduction von Manganoxyd zu Oxydul, von Schwefelsäure, Phosphorsäure etc. v. MAYRHOFER hat Regeln zur Berechnung der Brennmaterialmengen[1] angegeben, welche für jede dieser Verbrauchsquellen erforderlich sind. In zu stark zerkleintem Zustande angewandt, begünstigt das Brennmaterial den Rohgang; unter unnützem Verbrauch davon entsteht leicht weisses Roheisen.[2])

Die Brennmaterialmenge zu 100 Pfd. Roheisen beträgt nach v. MAYRHOFER annähernd $\frac{1,000,000}{p\,n\,T}$ Cubikfuss, worin p den Procentgehalt der Beschickung, n das Gewicht von 1 Cbfss. Brennstoff und T das Tragvermögen an Beschickung von 100 Pfd. Kohlen bezeichnet.

1) Leoben. Jahrb. 1861. X, 395.
2) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 223.

Angewandte Brennstoffe.

Es kommen häufiger verkohlte, als rohe Brennmaterialien in Anwendung, weil letztere neben gewissen Vorzügen auch ihre grossen Nachtheile haben können.

Brennmaterialverbrauch.

Die zur Darstellung einer gewissen Quantität Roheisen erforderliche Menge Brennmaterial hängt unter Anderem ab:

a) Von der Beschaffenheit der Beschickung [1]), ob sie leichtschmelzig und reich ist und die Eisensteine sich mehr oder weniger leicht reduciren und kohlen etc.;

b) von der Qualität des Brennmaterials (rohes, halbverkohltes, verkohltes, aschenarmes, aschenreiches etc.);

c) von der Erzielung weissen oder grauen Roheisens;

d) von der Menge der Zuschläge und ob sie, wie Kalk, in gebranntem oder ungebranntem Zustand zur Anwendung kommen;

e) von der Ofenconstruction, namentlich der Höhe, den inneren Dimensionen des Gestells, des Kohlensacks und der Gicht. Ein grösserer Durchmesser der Gicht, also fast cylindrische Schachtform, bedingt ein langsameres Aufsteigen der Gichtgase, wobei sie wegen längerer Berührung mit den Erzstücken vollständiger ausgenutzt werden. Feuchte Fundamente sind zu vermeiden;

f) von der Menge, Pressung, Feuchtigkeit (I. 174, 667) und besonders der Temperatur der Gebläseluft. Auf englischen Hütten [2]) beträgt wegen der grösseren Feuchtigkeit der Luft im Sommer der Steinkohlenverbrauch bis 13 % mehr, als im Winter;

g) von der Sorgfalt beim Aufgeben von Beschickung und Brennmaterial und dem Aggregatzustand der Beschickungsbestandtheile;

h) von der Benutzung der Gichtgase (I. 418) und der Art und Weise ihrer Ableitung. In England [3]) hat sich der Brennmaterialverbrauch wesentlich verringert seit Anwendung erhitzter Luft, roher Steinkohle, erweiterter Gichten und Benutzung der Gichtgase. Der durch die Gichtflamme verzehrte Brennstoff macht wenigstens die Hälfte des in den

1) Verhalten engl. Eisensteine: Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 157.
2) B. u. h. Ztg. 1852. S. 205.
3) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 168.

Ofen kommenden Brennmaterials aus. Daraus geht hervor, dass der Brennmaterialverbrauch beim Eisenhohofenbetrieb ein sehr verschiedener sein muss, da er von zu vielen Momenten abhängt.

KIRCHWEGER's [1]) Behauptung, dass die chemische und physikalische Beschaffenheit der Erze auf den Brennmaterialverbrauch keinen Einfluss habe, sondern derselbe im directen Verhältnisse zu der durchzuschmelzenden Möllermasse stehe und die Vollkommenheit des Hohofenbetriebes sich immer nach dem Brennmaterialverbrauch bemessen lasse, ist mehrfach zutreffend befunden.

§. 16. Verkohlte Brennmaterialien. Man verwendet hauptsächlich Holzkohlen, Koks oder ein Gemenge beider, seltener Torfkoks; Braunkohlenkoks sind wegen ihrer Bröcklichkeit meist nicht zu gebrauchen.

Anwendbarkeit.

A. Holzkohlen. Dieselben, meist theurer als Koks, liefern wegen gutartiger Aschentheile und Erzeugung minder hoher Temperaturen beim Verbrennen, wobei Bisilicatschlacken (S. 144) in guten Fluss kommen, ein reineres, ohne Weiteres zur Giesserei und Frischerei geeignetes Roheisen, während das unter gleichen Umständen erzeugte Koksroheisen häufig vor weiterer Verwendung zur Giesserei noch eines Umschmelzens und vor dem Verfrischen eines Feinens bedarf. Man pflegt deshalb bei Holzkohlenöfen bei geringerer Production auf ein gutes Product hinzuarbeiten, bei Koks dagegen die minder gute Beschaffenheit des Roheisens durch eine grössere Production auszugleichen, zu deren Steigerung grössere, mit steiler Rast versehene und durch ein beträchtliches Quantum erhitzter und stark gepresster Luft gespeiste Oefen beitragen.

Man erhält aber auch schon eine vermehrte Production, wenn in einem Holzkohlenofen, ohne ihn zu vergrössern, Koks angewandt werden. Fasst z. B. ein Holzkohlenofen 50 Gichten à 33 Cbfss. = 1650 Cbfss. Holzkohlen, so

1) Berggeist 1859. No. 103; 1860. No. 21, 32, 39, 58. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 284, 321, 503; 1861. S. 78, 80, 271.

kann er auch 150 Gichten à 11 Cbfss. = 1650 Cbfss. Koks aufnehmen. Ist nun in seiner Wirkung 1 Cbfss. Koks 2,75 Cbfss. Holzkohlen gleich, so entsprechen 1650 Cbfss. Koks etwa 4538 Cbfss. Holzkohlen, wonach eine mehr als $2^1/_2$ Mal so grosse Production bei Koks erfolgt, wenn man eine Ofenfüllung in 24 Stunden, wie bei Holzkohlen, durchgehen lässt.

Es sind in neuerer Zeit durch Erzeugung reinerer Koks aus verwaschenen Steinkohlen wesentliche Fortschritte in der Erzeugung besserer Koksroheisensorten gemacht (Siegen).

In England [1]) existiren behuf Darstellung eines vorzüglichen Roheisens (Lorn pig Iron) nur noch zwei Holzkohlenöfen in Lancashire (Newland und Backbarrow), desgleichen auch nur zwei in Belgien. [2]) In Frankreich wird zur Zeit mehr Koks-, als Holzkohlenroheisen erzeugt.

Wirkung von Holzkohlen u. Koks.

Wegen geringerer Dichtigkeit nehmen die Holzkohlen vor der Form im Ofengestell den Sauerstoff der Gebläseluft leichter auf, als Koks, verhüten dadurch die Entkohlung des herabschmelzenden Roheisens und wandeln die ursprünglich in grösserer Menge gebildete Kohlensäure in der zur Reduction des Eisenerzes in den oberen Ofentheilen erforderlichen Menge rasch in Kohlenoxydgas um. Dies hat zwar eine Temperaturerniedrigung zur Folge (I. 224), aber auch den Vortheil, dass bei der geringen vertikalen Ausdehnung von dem Ort der Kohlensäurebildung bis zur Grenze ihrer Umwandlung in Kohlenoxydgas das Roheisen weniger von der Kohlensäure oxydirt und wegen der gesunkenen Temperatur weniger Veranlassung zur Reduction von Kieselsäure durch Eisen, Kohle oder Kohlenoxydgas gegeben wird. In Folge dessen entsteht, je weicher die Kohlen, ein stark gekohltes siliciumärmeres Roheisen, namentlich bei Anwendung von kalter Gebläseluft (kaltgaarer Ofengang bei Fichtenkohlen).

Wirkung harter u. weicher Kohlen.

Harte Kohlen, weniger leicht verbrennlich, nähern sich in ihrem Verhalten den Koks, ohne deren schädliche Aschenbestandtheile zu haben. Sie geben, weil sie die Kohlensäure

---

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 169; 1863. S. 156. — Tunner, Ber. über die Lond. Ind.-Ausst. v. 1862. S. 28.

2) Tunner c. l. S. 36.

weniger leicht in Kohlenoxydgas umwandeln, eine höhere Temperatur in einer grössern vertikalen Zone, in welcher sich Kohlensäure befindet, in Folge dessen durch letztere die Oxydation des Roheisens und durch die höhere Temperatur die Reduction der Kieselsäure begünstigt wird. Buchenkohlen zerspringen mehr, als Fichtenkohlen und entlassen beim Liegen an der Luft aufgenommene Feuchtigkeit weniger leicht.

Wenn auf der einen Seite das Tragvermögen der harten Kohlen durch die entwickelte höhere Temperatur bei ihrer Verbrennung steigt, so nimmt es auf der andern Seite in Folge der durch die grössere Dichtigkeit veranlassten schwierigeren Kohlensäurebildung wieder ab, so dass im Allgemeinen eine gut abgelagerte weiche Kohle ein etwas grösseres Tragvermögen hat, als eine abgelagerte harte, während dagegen bei frischen weichen Kohlen wegen ihrer grösseren Porosität und in Folge dessen ihrer geringeren Temperaturentwicklung in Vergleich zu frischen harten Kohlen das umgekehrte Verhältniss eintreten kann. Durch eine hinreichende Ablagerung nimmt das Tragvermögen der weichen Kohlen mehr zu, als das der harten.

Nach v. MAYRHOFER beträgt das Tragvermögen bei Holzkohlen annäherungsweise auf 100 Pfd. Kohle:

für weisses Roheisen aus leichtfl. Beschickung 300—0,9 p.
„ „ „ „ strengfl. „ 380—0,9 p.
„ graues „ „ leichtfl. „ 256—0,6 p.
„ „ „ „ strengfl. „ 246—0,6 p.

worin p den procentischen Eisengehalt der Beschickung bezeichnet. Kohlen von rascher Verkohlung zeigen mehr Spalten und Volumveränderungen, sind deshalb weniger dicht, als von langsamer Verkohlung, was beim Messen derselben zu berücksichtigen ist. Von Einfluss auf das Tragvermögen ist auch die Grösse der angewandten Kohlen.

Das Krümpfmaass bei Holzkohlen auf den Oberharzer Eisenhütten beträgt beim Magaziniren 5%.

Relativer Brennmaterialverbrauch.

Was den Verbrauch an Kohlen zur Darstellung von 1 Gewichtstheil Roheisen betrifft, so schwanken darüber die Angaben. Nach LEBLANC[1]) verbraucht man bei leichtflüs-

1) Dessen Eisenhüttenkunde. I, 59.

sigen Erzen mit 25—40% Fe 0,66—1,3; bei mittelleichtflüssigen mit 30—60% Fe 1,1—2,1 und bei strengflüssigen mit 30—60% Fe 1,6—3 Thle. Holzkohlen, wonach, was mit der Erfahrung im Widerspruch steht, ärmere Erze weniger Brennmaterial erfordern, als reiche. Die tritt nur in ganz besondern Fällen ein, wenn arme Erze leicht reducirbar und leicht schmelzbar sind, reiche aber die entgegengesetzten Eigenschaften zeigen. KARSTFN rechnet auf 1 Thl. Roheisen 1,6—3 Thle. leichte Nadelholzkohlen und $^2/_3$—1,2 Thle. harte Holzkohlen bei Verschmelzung reicher, leichtflüssiger und locker liegender Erze; bei Spiegeleisen 0,6—1,2, bei grauem Eisen 0,91—2,21, durchschnittlich 1,5. Diese Angaben stehen zum Theil mit den auf den Oberharzer Hütten gemachten Erfahrungen im Widerspruch, wo man zur Erzeugung von halbirtem oder grauem Roheisen bei gleichem Eisengehalt der Beschickung und unter sonst gleichen Umständen mindestens ebensoviel, meist aber etwas mehr harte, als weiche Kohlen zu gleicher Roheisenquantität verbraucht (1,09—1,2 Thle.). LINDAUER[1]) gibt den Verbrauch an Holzkohlen bei kalter Luft zu 1,6, bei heisser zu 1,3 an. Bei Erzeugung von luckigem Eisen in Steyermark geht der Kohlenverbrauch auf 0,60—0,65, für Spiegeleisen im Siegen'schen auf 0,75—0,90 herab, beträgt für graues Giessereiroheisen gewöhnlich 1—1,5 und erreicht selten 2 (Malapane in Oberschlesien, manche schwedische Hütten, z. B. diejenigen, welche Erze vom Taberge verschmelzen).

v. MAYRHOFER[2]) hat die Kohlenmengen berechnet, welche beim Verschmelzen roher oder gerösteter Vordernberger Spatheisensteine auf verschiedene Eisensorten bei kaltem und heissem Winde erforderlich sind.

Der Hohofenbetrieb mit Holzkohlen ist wahrscheinlich zuerst in Deutschland ausgebildet und von dort nach Schweden und Frankreich und aus diesen Ländern wieder nach England und Russland gelangt.

Rothkohlen.

In Frankreich hat man zur Verminderung der Abkühlung in den oberen Ofentheilen, wie sie von Holz herbei-

1) B. u. h. Ztg. 1855. S. 261.
2) Leoben. Jahrb. 1861. X, 399.

geführt wird, Rothkohle mit Vortheil verwandt, man ist aber wegen schwieriger Darstellung derselben wieder davon abgegangen.

Koks. B. Koks (vom latein. *coagere*). Wie bereits bemerkt, geben Koks in Folge ihres Schwefelgehaltes und der höhern Verbrennungstemperatur, bei welcher leichter Silicium reducirt wird, ein schlechteres Roheisen, als Holzkohlen und hängt ihre Anwendbarkeit zur Roheisendarstellung überhaupt ab:

Anwendbarkeit.

1) von der Menge und der Qualität der Asche[1]) (Bd. I. S. 295). Steigt dieselbe über 10—12%, so sind die Koks schon weniger vortheilhaft zu verwenden. Es ist deshalb die Aufbereitung klarer Steinkohlen vor der Verkokung einer der wichtigsten Fortschritte beim Eisenhüttenbetriebe gewesen, indem man bei Anwendung solcher aus aufbereiteten Kohlen erhaltenen Koks einen leichtern Ofengang, eine Verminderung des Brennmaterialverbrauchs und eine bessere Qualität des Productes erreicht hat. Durch Anwendung von Wasserdampf oder Kalk beim Verkoken wird noch auf eine weitere Entfernung des Schwefels hingewirkt (Bd. I. S. 295), desgleichen durch Aufgeben des Zuschlagkalkes als Hydrat statt mit den Erzen mit den Koks. Die Koksasche, meist Bisilicat (I. 831), erfordert besondere Kalkzuschläge (S. 155), wenn nicht zu viel Silicium daraus reducirt und besonderes Brennmaterial zu ihrer Verschlackung verwandt werden soll. Während die französischen Koks 10—12% Asche enthalten, sind die englischen meist weit aschenärmer;

2) von dem Aggregatzustand, ob Back-, Sinter- oder Sandkoks. Dieser hat einen wesentlichen Einfluss auf die Festigkeit, Leistungsfähigkeit und Verbrennlichkeit der Koks und danach können sich verschiedene Kokssorten im Hohofen sehr verschieden verhalten[2]); namentlich bedingen sie eine verschiedene Höhe der Oefen (England).[3]) Ge-

1) Prüfung der Aschen vor dem Löthrohre: B. u. h. Ztg. 1859. S. 171. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 282.
2) Schles. Wochenschr. 1860. No. 9. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 169 (Oberschlesien). — B. u. h. Ztg. 1850. S. 641; 1862. S. 210 (England). — Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 158, 190.
3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 237.

wöhnlich zieht man die Sinterkoks den übrigen Sorten vor. Die grossblasigen Gaskoks[1]) sind neuerdings mehrfach beim Eisenhohofenbetrieb in Anwendung gekommen. Wegen ihrer Zerbrechlichkeit geben sie viel Klein, welches sich mit der Schlacke mengt, Ansätze bildet und ein öfteres Ausräumen des Herdes erfordert. Leichtere Koks leisten dem Gewichte nach mehr, als schwere; so gehen z. B. auf belgischen Hütten, allerdings bei reicheren Erzen, aber leichteren Koks 220 Pfd. von letzteren auf 100 Pfd. graues Roheisen, zu Königshütte in Oberschlesien 245 Pfd. schwere Koks.

Ein grösserer Wassergehalt (z. B. von 12 % und mehr) der Koks vermindert deren Schmelzeffect.

Wirkung des Koks.

Da Koks wegen ihrer grösseren Dichtigkeit schwieriger den Sauerstoff aufnehmen, als Holzkohlen, so bedürfen sie stärker gepresster und meist heisser Gebläseluft, wenn sie im Wesentlichen zu Kohlensäure verbrennen sollen. Da letztere wegen der grössern Dichtigkeit der Koks weniger leicht zu Kohlenoxydgas reducirt wird (I. S. 224), so herrscht über der Form weiter hinauf eine Kohlensäureatmosphäre in Verbindung mit höherer Temperatur, als bei Holzkohlenöfen, und in Folge dessen wird einestheils das Roheisen leichter durch die Kohlensäure entkohlt und bei der höheren Temperatur und dem längeren Verweilen der Schmelzmassen in derselben mehr Veranlassung zur Reduction von Silicium gegeben, wozu das langsamere Verbrennen der Koks und der damit in Verbindung stehende weniger rasche Gichtenwechsel beiträgt. Daher das Erforderniss ein weniger sauren Beschickung bei Koks-, als bei Holzkohlenöfen (S. 152). Damit nun bei der Schwerverbrennlichkeit der Koks das Roheisen im Gestell vor dem oxydirenden Einfluss der Gebläseluft und der Kohlensäure möglichst geschützt wird, ist es erforderlich, letztere zur Ueberführung in Kohlenoxydgas, was auch die Reduction der Eisenerze erheischt, mit einer grösseren Koksoberfläche in Berührung zu bringen, und dies kann nur durch Vermehrung der Koksmenge im Verhältniss zur Beschickungsmenge geschehen.

Daraus erklärt es sich, dass man zur Darstellung derselben Menge Roheisen mehr, zuweilen $1\frac{1}{2}$—2 Mal soviel

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 212, 425.

Koks, als Holzkohlen verbraucht.[1]) Je dichter und aschenreicher das Brennmaterial und je heisser und gepresster der Wind, desto mehr Kohlensäure bildet sich im Verbrennungsraum und desto langsamer wird diese zu Kohlenoxydgas reducirt. Es sind danach im Eisenhohofen die reducirenden und kohlenden Prozesse am besten mit weicher Holzkohle bei dem geringsten Brennstoffverbrauch durchzuführen, weil sich aus derselben gleich über der Form die hinreichende Menge Kohlenoxydgas erzeugt.

Koksverbrauch.

Nach PETERS[2]) hat man zur Henrichshütte in Westphalen in Folge reicher, leicht reducirbarer und leicht kohlbarer Spatheisensteine einen verhältnissmässig sehr geringen Koksverbrauch, nämlich pro 1 Roheisen bei 280—300° Windtemperatur: 1,1—1,3 für halbirtes und weisses Eisen; 1,3 bis 1,5 für gewöhnliches graues Eisen; 1,4 für graues Puddeleisen und 1,5—1,75 für Giessereiroheisen Nr. 1; zu Hörde und bei Schmelzversuchen in Schweden[3]) 1,13; in Belgien hat man bei Brauneisensteinen und 70—100° Windtemperatur für weisses Roheisen 1,7 und für graues 2,0; auf niederrheinischen Hütten für Rotheisensteine 1,7; zur Hasslinghäuser Hütte bei Kohleneisenstein und heissem Wind 1,9—2,3; auf englischen Hütten[4]) 1,75—2,1 Koks. Es scheint unter sonst gleichen Umständen der Koksverbrauch der Summe des Roheisens und der Schlacke fast proportional zu sein.

Nach v. MAYRHOFER verhält sich das Tragvermögen der Koks zu Holzkohlen im günstigsten Falle wie 4 : 5, häufiger wie 2 : 3 bei kaltem Wind; bei heissem Winde vermehrt sich dasselbe, und zwar bei kleinen Hohöfen mehr, als bei grossen.

Abweichungen des Koks- vom Holzkohlenofenbetrieb.

Die hauptsächlichsten Unterschiede zwischen Koks- und Holzkohlenofenbetrieb liegen in Folgendem:

1) Betrieb. In Folge der grösseren Höhe der Koksöfen kommen die Erze und Zuschläge häufig weniger vor-

1) Bgwfd. VIII, 456. — KARST., Arch. 1 R. XI, 119. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 208. — Leoben. Jahrb. 1860. IX, 315; 1861. X, 352.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 246.
3) Leoben. Jahrb. 1863. XII, 162.
4) B. u. h. Ztg. 1862. S. 169.

bereitet (roh und feucht) und zerkleint (faustdick und wenig darunter) in den Ofen, wobei man den Kalk meist nicht auf die Möllerung, sondern gleich in den Ofen stürzt. Bei Anwendung von gerösteten Erzen und gebrannten Zuschlägen könnte bei einem grossen Koksofen ein allzu beträchtliches Anlage- und Betriebscapital erforderlich sein, als dass dasselbe durch die dadurch erlangten Vortheile amortisirt werden würde. — Beschickung. Bei K. sucht man Singulosilicat- (S. 152), bei H. Bisilicatschlacken (S. 150) zu erzeugen. Die höhere Windpressung bei K. (4—8 Z.), als bei Holzkohlen (1—3 Z.) erfordert eine grössere Schlackenmenge (S. 159) und in Folge dessen eine ärmere Beschickung. Bei Holzkohlen kommt dann eine höhere Pressung zur Anwendung, wenn eine grössere Production erzielt werden soll oder die Erze der Art sind, dass doch kein Eisen von bester Qualität entsteht. — Windtemperatur bei H. 100—250, bei Koks 250—350° C. (S. 157). — Brennmaterialverbrauch bei Koks grösser, als bei Holzkohlen (S. 183). — Wegen der schwierigeren Verbrennung findet in den höhern Koksöfen ein langsamerer Gichtenwechsel statt; nach LINDAUER [1]) betragen erfahrungsmässig die Gichtzeiten beim Betriebe auf graues Roheisen für Holzkohlen 16, für Koks 40 Stunden und auf weisses Roheisen etwa $^3/_4$ dieser Zeit. Es würde danach die Production in Kokshohöfen sinken, wenn man nicht deren Querschnitt erweiterte und durch Anwendung erhitzter Luft eine passende Temperatur über den ganzen Querschnitt des Ofens verbreitete. Bei den grösseren Ofendimensionen wird das Schmelzgut langsamer und besser vorbereitet und an Brennstoff gespart. Ein sehr wichtiger Fortschritt im Eisenhüttenwesen ist die neuerdings vielfach vorgenommene Erweiterung der Koksöfen [2]), wobei die Höhe meist unverändert geblieben, auch der Gichtenwechsel, die Reduction und Schmelzung nicht beschleunigt worden, dagegen unter Ersparung von Brennmaterial eine Steigerung

---

1) B. u. h. Ztg. 1855. S. 243, 261.

2) B. u. h. Ztg. 1857. S. 181; 1860. S. 332; 1862. S. 208, 339. — WACHLER in Preuss. Ztschr. 1857. Bd. 5. Lief. 3. — HARTMANN Fortschr. IV, 93.

der Production erzielt ist. Diese Vergrösserung der Oefen hat natürlich eine Vermehrung des Windquantums durch Erhöhung der Windpressung, Vergrösserung des Düsendurchmessers oder Anwendung von mehreren Formen veranlasst. Das Windquantum richtet sich nach der Menge Brennmaterial, welches zur Erreichung der gewünschten Production in einer gewissen Zeit verbrennen muss; bei fast gleichen Verhältnissen wächst die Production fast genau mit dem Querschnitt des Gestelles, so dass, wenn man die Zahl der pro Woche erzeugten Roheisenquantität in den in Quadratfussen ausgedrückten Querschnitt des Gestelles dividirt, nahe gleiche Verhältnisszahlen sich ergeben. Bei zweckmässig eingerichteten Apparaten und Vorrichtungen gewährt die Vergrösserung der Production eine Verminderung der Generalkosten wegen Ersparung an Arbeitslöhnen und Material, erschwert jedoch den Betrieb. Die grösste Production [1]) haben einige mit Koks und Steinkohlen betriebene Oefen in England und Schottland, z. B. ein Hohofen bei Ulverstone [2]) wöchentlich 13680 Ctr.; zu Aberdare [3]) 8600 Ctr.; zu Barrow Ironworks [4]) 5820, einige Oefen in Wales bis 5600, die in Schottland und Staffordshire 2800, in Cleveland 2660 Ctr. [5]) Auf dem Continente haben Hochdahl bei Düsseldorf, Johannishütte bei Duisburg, Henrichshütte bei Hattingen etc. eine Production von 3000, Hörde bis 2800, ältere belgische Oefen 2500, neuere bis 5600, oberschlesische 850 Ctr. etc. — Die Holzkohlenöfen haben ge-

Die Schmelzarbeiten beim Kokshohofenbetriebe weichen von denen beim Holzkohlenofenbetrieb nicht wesentlich ab, nur bedarfs bei der Transportation grösserer Massen besonderer Vorrichtungen beim Aufgeben, beim Entfernen der Schlacken etc. Während letztere bei Holzkohlenöfen seltener von selbst abfliessen (Steyer'sche Hütten), als wegen ihrer zähen Beschaffenheit abgezogen werden müssen, so fliessen die basischeren dünnflüssigen Koksofenschlacken von selbst in transportable Gefässe ab.

2) Ofenconstruction. Die Höhe der Holzkohlenöfen beträgt gewöhnlich nur 28—36 und steigt selten auf einige 40 (Kärnthen, Siegen, Steyermark), ja sogar 56 Fuss (Russland); bei Koksöfen schwankt sie zwischen 40 und 60 Fuss behuf zweckmässiger Ausnutzung der im Gestell erzeugten höheren Temperatur und zulässig wegen des festeren, weniger zerdrückbaren Brennmaterials. — Der Rastwinkel ist bei Holzkohlen kleiner, als bei Koks, weil die steilere Rast (60—70°) weniger leicht wegschmilzt und zu einer grösseren Production führt. — Weite des Kohlensacks und der Gicht in Koksöfen grösser, als in Holzkohlenöfen zur Erhöhung der Production (S. 185) und des regelmässigen Niederganges der Gichten; Gestell bei Holzkohlen niedriger wegen leichterer Verbrennlichkeit und Kohlenoxydgasbildung, und enger wegen geringerer Windpressung und Windvertheilung, als in Koksöfen, welche letzteren mehrere, bis 10 und mehr Formen haben, die etwa 2 Fuss über dem Bodenstein liegen, während sie in ersteren, um das Roheisen im Herd hitzig zu erhalten, sich 12—18 Zoll über dem Sohlstein befinden. Das zuweilen durch Wasser gekühlte Tümpeleisen liegt bei Koks wegen erforderlichen öfteren Arbeitens im Herd über dem Formniveau, bei Holzkohlen tiefer, oft unter demselben. Wallstein bei Holzkohlen 1—3 Z. unter der Form und bei Koks bis 10 Z. darüber, zum Zusammenhalten der Hitze, damit sich weniger leicht Ansätze bilden, und zum Schutze der Herdwände, besonders wenn man viel Frischschlacken mit verschmilzt. Die Schlacken werden durch den Gebläsewind oft über den Wallstein getrieben. Bei der höheren Temperatur im Gestell der Koksöfen baut man dasselbe häufig frei oder versieht es mit Wasserkühlung und

sucht bei der basischen Beschickung Sandstein als B
material für dasselbe zu vermeiden. Bei der stärker
pressten und erhitzten Gebläseluft bedient man sich
Koksöfen meist geschlossener Wasserformen (Bd.
S. 431, 432, 659), zuweilen mit feuerfestem Mechanismus (Bd
S. 658), wie zu Königshütte[1]) in Oberschlesien.

3) Producte, und zwar:

a) Roheisen, welches bei Koks im Allgemeinen
reiner, als bei Holzkohlen ist. Seltener, als mit Holzkohl
erzeugt man mit Koks, aber dann nur mit solchen aus r
nen, gutgewaschenen Steinkohlen Spiegeleisen [Siegen
oder blumige Flossen (Neusser und Duisburger Hütt
die übrigen weissen Eisensorten gleich häufig mit Holzkohl
oder Koks.

b) Schlacken, bei Holzkohlen Bisilicate (S. 150), saig
glasig, lichtfarbig, zu Schlackensteinen zu verwenden;
Koks Singulosilicate (S. 152), dünnflüssiger, matt mit rauh
Bruch und lichteren Farben, wenn man graues Eisen
bläst; bei weissem Eisen dunkler.

c) Gichtgase erfolgen bei Koksöfen wegen grösse
Brennmaterialverbrauchs (S. 183) in reichlicherer Menge,
in Holzkohlenöfen, sind nach Ebelmen's[3]) Untersuchun
aus ersteren heisser (228—330° C.), als aus letzteren (100
120°) und reicher an Kohlenoxydgas (Analysen Bd. I. S. 3
indem bei den höheren Temperaturen in Koksöfen noch
deren oberen Ofentheilen ein Theil Kohlensäur ein Kohlenox
gas umgewandelt wird. Es kann jedoch auch der Fall
treten, dass bei Verminderung der Ofengastemperatur
den oberen Ofentheilen, z. B. durch Erweiterung des Schm
raumes, die ursprünglich kohlensäurereicheren Kokshoho
gase weniger Kohlenoxydgas enthalten, so dass bei il
Verwendung auf eine Nothfeuerung Rücksicht genom
werden muss. Während man bei Holzkohlenöfen die Gi

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 341.

2) Bgwfd. XIII, 513. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 408. — Tunner's
über die London. Ind.-Ausst. v. 1862. S. 37. — Schles. Woc
schrift. 1860. No. 18.

3) Bgwfd. VIII, 450.

gase zur Ersparung an dem theuern Brennmaterial stets benutzt (I. 307), so geschieht dies aus gewissen Vorurtheilen (I. 308) bei Kokshohöfen nicht immer, obgleich deren in grosser Menge erfolgenden heisse und an Kohlenoxydgas häufig reicheren Gase sich dazu besonders eignen. Der Wasserstoffgehalt ist in den Gichtgasen aus Koksöfen geringer, als aus solchen der Holzkohlenöfen, weil Koks weniger (1—2 %) durch Glühen auszutreibende, wasserstoffreiche Substanzen enthalten, als Holzkohlen (10—15 %). Obgleich man bei Darstellung von grauem Roheisen mehr Brennmaterial verbraucht, als von weissem, zeigen doch die Gichtgase, welche im ersteren Falle stärker erhitzt sein müssten, hinsichtlich der Temperatur keine grosse Verschiedenheit, was seinen Grund darin hat, dass bei der Bildung von weissem Roheisen meist Eisen vor der Form verbrennt, womit eine Erhöhung der Temperatur der aufsteigenden Gase verbunden ist.[1]) Bei Anwendung von erhitzter Gebläseluft ist die Temperatur der Gichtgase niedriger, als bei kaltem Winde (I. 638). Hohöfen, welche die Gichtgase nicht benutzen, entlassen bis zur Hälfte an nutzbarer Wärme von dem Totalaufwande in die Luft.[2])

Gemischtes Brennmaterial.

C. Holzkohlen und Koks.[3]) Zur Verringerung der Productionskosten ersetzt man zuweilen die theuren Holzkohlen theilweise durch gute wohlfeilere Koks ohne Vergrösserung der Holzkohlenöfen (S. 178). Bei diesem gemischten Betriebe lässt sich, ohne Vermehrung des Holzkohlenaufwandes, die Roheisenproduction vergrössern und ein Roheisen von annähernd den guten Eigenschaften des Holzkohlenroheisens erzielen. Nur bedarfs eines kräftigeren Gebläses und bei bedeutenderem Kokszusatz eines vermehrten Kalkzuschlages zur Beschickung (S. 152). Im Siegen'schen hat die Anwendung von Koks selbst bei Wind von 150—200° C. und auf 36—42 Fuss erhöhten Oefen der Qualität des Spiegel-

1) Bgwfd. VIII, 456.
2) Berggeist 1858. S. 135, 179.
3) Karst., Arch. 2 R. XII, 551. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1862. S. 461. — v. Mayrhofer, Tabelle über den Werth der Koks im Vergleiche mit Holzkohlen: Leoben. Jahrb. 1861. X, 426.

eisens (S. 162) kaum geschadet, vielleicht dessen Mangangehalt (8—10 %) erhöht.

Bei Schmelzversuchen in Schweden[1]) ist man vom Holzkohlen- auf gemischten und von diesem auf Koksofenbetrieb übergegangen, wobei man auf 1 Theil Roheisen 1 Theil Kohle oder 1,13 Theile englische Koks verbrauchte, ein sehr günstiges Verhältniss. Die Qualität des Roheisens litt bei Koks etwas. Die ökonomischen Ergebnisse stellen sich für die Verwendung von Holzkohlen und Koks gleich, wenn der Preis von 1 Tonne à 5,52 rheinl. Cbkfss. der letzteren dem von $2^3/_4$ Tonnen Holzkohlen gleich ist. TUNNER[2]) hat auch auf die Vortheilhaftigkeit des Verschmelzens der schwedischen Erze mit Koks aufmerksam gemacht.

Zu Couillet[3]) ersetzt man 33 % Koks bei guter Production und erwünschtem Ofengang durch eine etwas geringere Menge Holzkohlen, wobei man erstere aber in Stück- und Staubform mittelst einfacher Vorrichtung durch die Formen einbringt.

Torfkohlen.

D. Torfkohlen[4]) (I. 274) sind nur bei besonderer Qualität und in nicht zu hohen Oefen zu verwenden, wo dann bei guter Torfqualität gutes Eisen erfolgt (Irland[5]). Zu Underwiller[6]) ersetzt 1 Theil Torfkohle 1 Theil Holzkohle, indem man Chargen von 580 Kil. Brauneisenstein, 140 Kil. Torfkohle, 140 Kil. Holzkohle und 75 Kil. Fluss aufgibt und auf 1 Roheisen 1,5 Brennstoff verbraucht. Der Kalkgehalt der Torfkohlenasche gestattet eine Ersparung an Kalkzuschlag.

Zu Tangerhütte[7]) lieferten gleiche Theile Holz- und Torfkohlen ein zur Giesserei eben so gutes Roheisen, wie reine Holzkohlen.

1) Leoben. Jahrb. 1863. XII, 155.
2) TUNNER, Ber. über die London. Ind.-Ausst. v. 1862. S. 40.
3) B. u. h. Ztg. 1861. S. 335. — Berggeist 1863. No. 11.
4) Bgwfd. II, 147. — KARST., Arch. 2 R. XII, 551; XXV, 261. — B. u. h. Ztg. 1854. S. 167. — DINGL. Bd. 152. S. 272. — VOGEL der Torf. 1859. S. 165.
5) Oesterr. Ztschr. 1854. S. 330. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 139, 148.
6) B. u. h. Ztg. 1862 S. 264.
7) Preuss. Ztschr. II, 172.

§. 17. Rohe Brennmaterialien. Die Vortheile [1], welche mit der Anwendung roher Brennstoffe (Holz, Torf, Steinkohlen, Anthracit) verbunden sein können, sind hauptsächlich folgende: Vortheile.

1) Eine Ersparung an Brennmaterial durch Wegfall des bis 5% und mehr betragenden Einriebes und durch ein grösseres Ausbringen an Kohlen bei der im Hohofen sehr langsam unter Druck und in einer reducirenden Atmosphäre vor sich gehenden Verkohlung (I. 250). Während z. B. von lufttrocknem Holze 40% Kohlenstoff bei der gewöhnlichen Verkohlung nur 18—19% Kohle incl. der Verluste beim Transport und bei der Magazinirung nutzbar gemacht werden, so lässt sich, indem 1 Volum Holzkohlen 2,10 Volum Holz ersetzt, im Hohofen aus dem Holze bis die Hälfte Kohle mehr (29—30%), als bei der Meilerverkohlung, ausbringen. [2]) Man hat berechnet, dass auf den preussischen Eisenhütten durch die Verluste bei der Holzverkohlung jährlich an 18 Millionen Centner Holz verloren gehen. [3])

Auf den Dowlaishütten [4]) sind zu einer Tonne Roheisen 45 Ctr. Steinkohlen erforderlich, früher 50 Ctr., als die Steinkohlen noch verkokt wurden. In Schottland ist die Ersparung noch bedeutender gewesen.

2) Die theilweise Nutzung der beim Verkohlen im Ofen entweichenden reducirenden Gase zur Reduction des Eisenoxydes, wodurch auch an Brennstoff erspart wird.

3) Holz im Gemenge mit Koks liefert ein besseres Roheisen, als Koks allein. [5])

4) Man spart Verkohlungsapparate und Verkohlungskosten, welche bei den Selbstkosten mancher Hütten oft einen nicht geringen Theil ausmachen.

---

1) Ueber Anwendung roher Brennmaterialien: Erdm., J. f. pr. Chem. VI, 231. — Erdm., J. f. ök. Chem. XII, 342. — Dingl. LIX, 36. — Karst., Eisenhüttenkunde. II, §. 494; III, §. 694. — B. u. h. Ztg. 1843. S. 545. — Karst., Arch. 2 R. XII, 355.

2) Allgem. b. u. h. Ztg. 1862. S. 409.

3) Berggeist 1858. No. 5—8, 12, 15.

4) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 169.

5) B. u. h. Ztg. 1859. S. 282.

Uebelstände.

Diese Vortheile werden zum Theil durch nachstehende Uebelstände wieder aufgehoben:

1) Durch das Schwinden beim Verkohlen (I. 249) sowohl, als auch durch leicht eintretende Steigerung der Hitze im oberen Theile des Ofenschachtes, in der Vorwärmzone, und durch Verminderung der Temperatur in den tiefer liegenden Zonen — wegen Bindung von Wärme durch die Verkohlung des Holzes — kann eine unvollständige Reduction und Kohlung des Eisens, ein Vorrollen der Erze, ein Kippen der Gichten und in Folge dessen leicht Rohgang eintreten, weshalb man die kohlenstoffärmern, stark schwindenden rohen Brennstoffe (Holz, Torf) meist nur im Gemenge mit Kohle oder Koks[1]) und nicht über eine gewisse Grenze hinaus verwendet, während die kohlenstoffreicheren Brennstoffe (Steinkohlen, Anthracit) ganz für sich zu gebrauchen sind. Je höher die Schachttemperatur über der Temperatur steht, welche zur Reduction der Erze erforderlich ist, um so mehr Holz, Torf etc. kann man zusetzen, bis endlich dieser Wärmeüberschuss im Schachte durch die Vortheile des besseren Kohlenausbringens aus dem Holze aufgewogen sind.

2) Die Transportkosten sind für rohe Brennstoffe höher, als für verkohlte, und es lohnt z. B. ein theilweiser Ersatz des Holzes durch Holzkohlen nur dann, wenn ersteres nicht zu weit und zu schwierig transportirt zu werden braucht.

Um gleiche Wärmetheile zu erzielen, muss man statt 29—30 Theilen Kohlen 100 Theile Holz transportiren. Da

4) Es entstehen leichter, namentlich bei Anwendung von Holz, Explosionen[1]) theils durch Bildung explosiver Gasgemische, theils durch Wasserdämpfe, und die stärkere Abkühlung in den oberen Ofentheilen bei manchen rohen Brennstoffen (Holz, Torf) lässt deren Anwendung bei leichtflüssigen Beschickungen für weisses Roheisen weniger zu.

5) Bei Holz ist viel mechanische Arbeit erforderlich, da dasselbe in kleinen Klötzen zur Verwendung kommen muss.

Vorsichtsmaassregeln

Als Hauptmittel, um den beregten Uebelständen entgegen zu wirken, wendet man grössere Oefen, namentlich solche mit erweiterter Gicht an, damit die in reichlicher Menge entwickelten Gase keine zu bedeutende Spannung an der Gicht erhalten, in Folge dessen die Verbrennung vor der Form beeinträchtigt wird. Die Spannung der Gase ist für die Intensität der chemischen Prozesse in den einzelnen Theilen des Hohofens wichtig.[2]) Eine solche erweiterte Gicht, welche bei Steinkohlenöfen fast eben so weit, wie der Kohlensack ist, gestattet ein gleichmässigeres Niedergehen der Gichten im oberen Ofentheil. Da die Steinkohlen bei einer starken Pressung im Ofen verkoken und dadurch an Volum verlieren, so würde die Koksgicht zu dünn werden, wenn der Kohlensack viel weiter, als die Gicht wäre. In Folge der Erweiterung der Oefen gehen die Gichten langsamer im Ofen nieder und die Verkohlung findet allmäliger statt, was auf das Kohlenausbringen günstig wirkt. In dieser Beziehung wirken die Oefen von TRURAN[3]) und RACHETTE[4]) mit Gichten, welche weiter als der Kohlensack sind, günstig. Durch Vermehrung der Windpressung und erhitzte Gebläseluft lässt sich eingetretener Rohgang leichter bei strengflüssigen, als bei leichtflüssigen Beschickungen beseitigen.

Besonders ist bei Anwendung von Holz die Entstehung zu heisser Gichten (durch fehlerhafte Ofenconstruction und

1) Bwgfd. V, 193. — B u. h. Ztg. 1862. S. 812. — Ann. d. min. 3 sér. XVI, 254: XIX, 167.
2) TUNNER im Leoben. Jahrb. 1860. IX, 159, 287.
3) B. u. h. Ztg. 1857. S. 220.
4) B. u. h. Ztg. 1862. S. 265, 392; 1863. S. 156.

mangelhafte Betriebsführung oder beider) zu vermeiden, weil sonst dasselbe gleich im obersten Ofentheil verkohlt und verbrennt. Um in solchem Falle die Gicht möglichst kühl zu halten, empfiehlt EBELING [1]) die Anwendung eines Gichtgasfangapparates.

Holz.

A) Holz [2]) (I. 242). Dasselbe ist im lufttrocknen Zustande zuerst 1830 zu Soumboul im Wiburger Gouvernement (Russland), 1834 auf mehreren Hütten in Nordamerika (Hudsonthal, Westpointhütte), dann im ausgetrockneten Zustande zu Sargans in der Schweiz und später auf vielen andern Hütten bald im lufttrocknen, bald im gedarrten Zustande (I. 194) mit gutem Erfolge als theilweiser Ersatz für Holzkohlen und Koks angewandt. Da die Verkohlung des Holzes schon bei 150° C. zum grössten Theil und bei 400 — 500° C. ganz vollendet ist, die Reduction des Eisenoxyds aber bei letzterer Temperatur kaum erst beginnt, so werden die Gase wenig reducirend wirken können und die Hauptersparung bei Holzanwendung liegt also in dem grösseren Kohlenausbringen bei der langsameren Verkohlung, welche eintritt, wenn eine zureichende Weite und Höhe des Schachtes über dem Kohlensack vorhanden ist. Auch bleiben die Kohlen bei langsamer Verkohlung dichter und dem Volum nach unveränderter. Nach den bisherigen Erfahrungen kann man von lufttrocknem Holz $^1/_4$—$^1/_3$, von mit der Gichtflamme getrocknetem bis $^1/_2$ zusetzen. Benutzt man dann die an brennbaren Gasen reichere Gichtflamme zum Verkohlen des Holzes, zur Lufterhitzung, Erzröstung etc., so kann man an 20—25 % Brennstoff sparen, wovon vielleicht 5—10 % auf die langsame Verkohlung und Förderung der Reduction kommen. TUNNER empfiehlt das Holz in 4 Fuss langen Scheiten in regelmässigen Lagen mit Kohlen in Oefen mit quadratischem Schachtquerschnitt aufzugeben. Bei runden Schächten darf das Holz nicht länger, als 6—12 Zoll sein. Man gibt zunächst das Holz, dann Kohlen und Erz auf. Bei Zusatz von Holz wird ohne Anwendung einer stärkeren

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 307.

2) Citate siehe Bd. I. S. 242. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1862. S. 409. TUNNER im Leoben. Jahrb. IV, 210. Oesterr. Ztschr. 1861. No. 26.

Windpressung oder sonstiger Beförderungsmittel der Gichtenwechsel ein rascherer und dadurch die Production erhöht.

Beispiele.

Zur Gittelde'schen Hütte [1]) am Harze wirkte lufttrocknes Fichtenscheitholz, zu $^5/_{21}$ den Kohlen zugesetzt, so viel, als wenn dem Gewichte nach 29,7 % Kohlen ausgebracht wären. Hartes Holz bewährte sich weniger, als weiches.

Zu Zorge [2]) am Harze liess sich lufttrocknes Fichtenstockholz, zu 1 Fuss langen Stücken zerschnitten, als Schmelzholz zu $^1/_3$ dem Volum nach zu den Kohlen setzen, ohne Beeinträchtigung des Ofenganges. 1 Volum Kohlen wurde durch 1 Volum Holz ersetzt und der Geldwerth beider stand in dem Verhältniss von etwa 1 : 0,65. Auf anderen braunschweig'schen Hütten, z. B. zu Rübeland [3]), steigert man bei bessern Holzsortimenten den Holzzusatz bis zur Hälfte der Brennstoffgicht dem Volum nach.

Zu Champigneulles [4]) bei Nancy ersetzte man 1 Volum Koks durch 2 Volumina grünes Holz und erhielt bei etwas vermehrter Production unter Verminderung der Schmelzkosten ein Roheisen von besserer Qualität. Das Holz wurde in 15 Cent. langen und 6 — 8 Cent. dicken Stücken angewandt und sein Zusatz so geregelt, dass nur die entweichende überflüssige Hitze des Ofens die vollständige Verkohlung bewirkte.

Ungünstige Resultate erhielt man zu Hieflau [5]) durch den bei Zusatz von Fichtenholz eingetretenen anhaltenden Rohgang, so dass sich pro Ctr. Flossen ein Verlust von 11—12 Kr. herausstellte.

Versuche zu Witkowitz [6]) mit Holz allein haben dargethan, dass der Ofen sich alsbald zu stark abkühlt und nur eine Verwendung des Holzes mit verkohlten Brennstoffen sich empfiehlt. Dabei gibt man dann das Holz zweckmässig in 5 — 6 Zoll langen und 3 — 4 Zoll dicken Klötzen zuerst

1) Karst., Arch. 2 R. XXV.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 441.
3) B. u. h. Ztg. 1853. No. 1.
4) B. u. h. Ztg. 1859. S. 282.
5) Oesterr. Ztschr. 1861. No. 15. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 39.
6) Oesterr. Ztschr. 1861. No. 26.

auf, damit die beim Schwinden entstehenden leeren Räume von den darauf liegenden Kohlen ausgefüllt werden, so dass ein Durchrollen der Erze weniger stattfinden kann. Letzterem wirkt man auch dadurch entgegen, dass man die Kohlengicht um die Hälfte und noch mehr vergrössert und in demselben Verhältniss den Beschickungssatz steigert. Das Holz setzt man ganz allmälig in steigenden Mengen bis zu der betreffenden Grenze zu, wobei man nöthigenfalls zuletzt, wenn die Brennmaterialgicht zu gross wird, gleichzeitig an Kohlen abbricht.

Torf.

B) Torf[1]) (I. 258). Wenngleich der Torf vor dem Holze den Vorzug hat, dass er keine besondere mechanische Zerkleinerung erfordert und an dem Orte des Vorkommens bei gleich grosser Bodenfläche concentrirter erscheint, so hat er doch auch Nachtheile, welche den Hohofenbetrieb schwieriger und nicht selten kostspieliger machen, und zwar um so mehr, wenn man nur allein Torf verwendet. Diese Uebelstände liegen in der mehr oder weniger grossen Aschenmenge und ihrem Schwefel- und Phosphorgehalt, ferner in dem starken Schwinden der jüngeren Torfsorten. Beim Erblasen von grauem Roheisen sind die Verunreinigungen weniger schädlich, als bei weissem. Durch Dörren oder Comprimiren des Torfes lässt sich das Schwinden sehr vermindern, so dass der Torf zur Zeit nicht selten weniger für sich allein, als im Gemenge mit Holzkohlen zur Roheisendarstellung verwandt wird, und zwar lässt sich dem Volum nach mehr als das Doppelte und dem Gewichte nach etwas mehr als das Doppelte an Torf von dem sonst erforderlichen Holzkohlenquantum aufgichten. Bei gedörrtem Torfe kann die Gicht ⅔ und darüber davon enthalten.

Beispiele.

Zu Ransko[2]) in Böhmen besteht die Gicht, das Höchste was man erreicht hat, aus 70 % gedörrtem Torf und 30 % Holzkohlen. Zu Pillersee[3]) ersetzt 1 Pfd. Torf 0,546 Pfd.

1) B. u. h. Ztg. 1843. S. 441, 832; 1845. S. 297; 1851. S. 427. — Bgwfd. III, 189; IV, 412; VI, 285; VIII, 263. — Leoben. Jahrb. 1851. S. 128; 1854. S. 236; 1857. S. 129. — Oesterr. Ztschr. 1854 S. 399.

2) Bgwfd. VIII, 321. — B. u. h. Ztg. 1845. S. 297.

3) B. u. h. Ztg. 1856. S. 375; 1857. S. 195; 1861. S. 314. — Oesterr.

Kohlen und es liess sich ohne Verschlechterung des Roheisens der Gichtsatz und die Production steigern. Zu Tangerhütte[1]) bei Magdeburg besteht $^1/_3$ der Kohlengicht aus gedörrtem Torf, ähnlich zu Schlackenwerth[2]) in Böhmen. Gedörrter Torf ohne Holzkohlen lieferte auf ersterer eine zu strengflüssige Schlacke und ein ungaares Roheisen. Auf Carolinenhütte[3]) im Achthal in Baiern erhält man bei einem Brennmaterialsatz von 24 Cbfss. Holzkohle und 15 Cbfss. lufttrocknem Torfe in Folge des Nässegehalts des letzteren (25 — 30 %) einen geringern Erzsatz und in Folge dessen eine geringere Production, welche die fernere Torfanwendung gefährdet. Zu Bergen[4]) in Baiern hat man aus ähnlichen Gründen die Torfanwendung wieder aufgegeben. Irischer Torf[5]) lieferte ein dem schwedischen Eisen hinsichtlich der Dehnbarkeit nicht nachstehendes Product. Auf den Oberharzer Hütten, in Oberschlesien[6]) etc. hat sich der Torf nicht bewährt. Zu Hieflau[7]) war der Brennwerth von Holzkohle und lufttrocknem Torf wie 2 : 1 dem Volum nach. Von besonderer Wichtigkeit für die Torfverwendung scheint der nach VERSMANN's Methode[8]) comprimirte Torf zu werden. Solcher lieferte sowohl im rohen, als verkohlten Zustande auf englischen Hütten[9]) ein weit besseres Eisen, als Koks. Nach der EXTER'schen Methode (I. 267) gepresster Torf[10]) gab weniger günstige Resultate, als roher Torf.

C. Braunkohlen (I. 275). Dieselben sind meist schwierig im Eisenhohofen zu verwenden, weil sie leicht zerfallen und nicht selten eine bedeutende Aschenmenge mit grösserem oder geringerem Schwefelgehalte besitzen. Braunkohlen.

Ztschr. 1856. No. 40; 1857. No. 19. — Leoben. Jahrb. 1854. S. 236; 1861. X, 455.

1) Preuss. Ztschr. 2. Bd. 4. Lief. 1854. S. 161.; III, A. 179.
2) Oesterr. Ztschr. 1855. No. 25.
3) Leoben. Jahrb. 1861. XI, 45.
4) Ibid. S. 58.
5) Bgwfd. I, 375.
6) Preuss. Ztschr. II, 135.
7) Oesterr. Ztschr. 1859. No. 41.
8) B. u. h. Ztg. 1863. S. 139.
9) Ibid. S. 148.
10) Ibid. 1859. S. 15.

Von den Versuchen, Steyer'sche Braunkohlen beim Eisenhohofenbetrieb zu benutzen, war Bd. I. S. 280 die Rede.

Weitere Versuche müssen noch bestätigen, ob nicht besondere Qualitäten der Braunkohlen eine vortheilhafte Verwendung zulassen.

Geschichtliches.

D. Steinkohlen[1]) (I. 284). Dieselben, namentlich die älteren, bilden das Hauptmaterial für einen grossartigen, billigen und verhältnissmässig einfachen Betrieb. Im J. 1619 wurden zuerst in England[2]) von Dud Dudley auf Eisenhütten in Worcestershire Steinkohlen statt der theuren Holzkohlen angewandt, die Versuche jedoch wegen nicht zu beseitigender Widerwärtigkeiten wieder aufgegeben und erst im Jahre 1740 mit Erfolg gekrönt, so dass am Ende des vorigen Jahrhunderts nur noch wenige Holzkohlenöfen[3]) bestanden, die jetzt auf 2 - 3 in Lancashire heruntergegangen sind. In Frankreich[4]) geschah das Verdrängen der Holzkohlenöfen nicht so rasch, weil dort weniger Stückkohlen gewonnen werden und reinere Erze zu Gebote stehen, welche mit Holzkohlen ein ausgezeichnetes Eisen geben.

Vortheile.

Die mit der Anwendung roher Steinkohlen in Verbindung stehenden Vortheile (S. 191) werden aber in mehrfacher Hinsicht durch Schwierigkeiten im Betriebe wieder aufgehoben, so dass man viel häufiger die leichtere Betriebsweise mit Koks wählt. Diese Uebelstände sind:

Uebelstände.

1) Der Schwefelkiesgehalt der Steinkohlen. Der Schwefelkies gibt einen Theil Schwefel schon in den oberen Ofentheilen ab, wo derselbe bei hinreichend geräumiger Vorbereitungszone, also weiter Gicht, Gelegenheit findet, theils als schweflige Säure, theils als Schwefelwasserstoffgas zu entweichen. Ein anderer, und zwar der gefährlichere Theil Schwefel wird aus dem Schwefelkies erst in der Reductionszone entlassen und vom reducirten Eisen aufgenommen. Der zurückbleibende Magnetkies geht in die

---

1) Citate Bd. I. S. 288. — Schles. Wochenschr. 1861. Beilage S. 59. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 255.

2) B. u. h. Ztg. 1861. 6. 448; 1862. S. 169, 240.

3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 170; 1863. S. 156.

4) B. u. h. Ztg. 1862. S. 169, 210.

Schlacke und sein Schwefelgehalt lässt sich durch reichliche Kalkzuschläge und erhitzte Luft in dieser zurückhalten, sowie auch von dem gebildeten Schwefelcalcium ein Theil des Schwefeleisens aufgenommen wird. Je reicher an Schwefelkies, ein um so schwefelhaltigeres Roheisen geben die Steinkohlen. Eine Aufbereitung desselben würde zu kostspielig sein und eine für den Hohofen unpassende Korngrösse liefern. Man wendet deshalb auf allen Hütten Englands, welche das beste Roh- und Stabeisen produciren sollen, Koks an (Pontypool, Blaenavon, Cyfartha, Lowmoor etc.) und für mittlere Qualität ein Gemenge von Steinkohlen und Koks. Wo man, wie in Schottland, ausschliesslich rohe Steinkohlen verwendet, hat das Roheisen zum Theil geringe Zähigkeit und das Stabeisen mittelmässige Qualität, wenn das Roheisen vorher nicht gefeint worden.

2) Die physikalische Beschaffenheit der Steinkohlen. Am geeignetsten sind aschenarme Sinter- und Sandkohlen, welche sich in ihrer Beschaffenheit den Koks am meisten nähern, kohlenstoffreich und bitumenärmer sind, aber nicht zersplittern dürfen. Backkohlen, deren backende Eigenschaft nicht immer in einem grösseren Wasserstoffgehalt liegt, sondern auch von einer eigenthümlichen Anordnung der Elemente herrühren kann, sind dagegen selbst in nach oben erweiterten Schächten nicht zu verwenden. Aber auch erstere Kohlensorten bedürfen zur Verlangsamung der Verkohlung einer weiteren Gicht, indem bei einem sich schnell erweiternden Schachte zusammengesinterte Klumpen gebildet werden, welche schwierig verbrennen und Versetzungen [1]), Kippen der Gichten und Explosionen herbeiführen können. Damit durch Verbrennen der Gichtgase die Gicht nicht zu heiss und dadurch die Verkokung beschleunigt wird, wendet man geschlossene Gichten mit Gasableitung, am besten nach PARRY's Methode (I. 313) an. Bei guten Steinkohlen ersetzt nach TRURAN 1 Gewichtstheil rohe Kohle $3\frac{1}{2}$ Theile in Koks verwandelte; bei einem Verhältniss von nur 1 : 2 spart man wenigstens die nicht unbedeutenden Verkokungskosten.

---

1) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 197.

In England[1]) und Schottland unterscheidet man die Steinkohlen nach ihrer Verwendbarkeit im Hohofen in Gaskohlen, Halbgaskohlen, Halbanthracite, Anthracitkohlen. Erstere lassen sich gar nicht verwenden, letztere Sorten nur dann, wenn sie in der Hitze nicht zerfallen, am besten sind die Halbgaskohlen, welche unter schwacher Volumvermehrung viel langsamer, aber vollkommner verkoken, als die übrigen Sorten und nicht viel weitere Ofengichten, als Kokshohöfen bedürfen.

3) Langsamer Gichtenwechsel in Folge vergrösserter Vorbereitungszone zur vollständigeren Verkokung der Kohlen. Nach LINDAUER[2]) beträgt bei Steinkohlen die Gichtenzeit 46 Stunden, nach TRURAN[3]) in schottischen Oefen 35, in Staffordshirer 45 und zu Dowlais 63 Stunden, indem sich die Geschwindigkeiten in den einzelnen Ofentheilen in der Stunde wie folgt verhalten:

	Vorbereitungs-zone.	Kohlungs-zone.	Schmelz-zone.
	Zoll.	Zoll.	Zoll.
Schottischer Ofen	18	5½	28
Staffordshirer „	36	7½	48
Dowlais „	31	10	41

Die in Folge des langsamen Gichtenwechsels sinkende Production wird durch Erweiterung des Gestelles und Vermehrung der Pressung und Menge des Windes meist noch über die der Koksöfen hinaus erhöht (S. 185).

4) Erniedrigung der Temperatur in den oberen Ofentheilen, wodurch die Vorbereitung der Erze beeinträchtigt wird.

5) Verminderung der Qualität der Steinkohlen, wenn sie längere Zeit vor der Verwendung in Haufen aufgestürzt bleiben und verwittern.[4])

---

1) Berggeist 1861. S. 416. — HARTMANN, Fortschr. I, 140, 210. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 191.
2) B. u. h. Ztg. 1855. S. 243, 261.
3) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 24.
4) Preuss. Ztschr. 1862. X, 326. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 272. — Allgem. b. u. Ztg. 1863. S. 198.

Gegenmittel.

Um demnach mit Vortheil mit Rohkohlen zu arbeiten, sind Haupterfordernisse: die Anwendung möglichst schwefelkiesfreier Sinter- oder weniger gut Sandkohlen bei basischer Beschickung und stark gepresstem, heissem Wind, nicht mulmige Erze, sowie Hohöfen mit weiter Gicht und weitem Gestell. Derartige Verhältnisse weisen die Steinkohlenhohöfen Englands und Schottlands nach. Die Entfernung der Asche, womit sich der Herd bei Anwendung magerer Kohlen leicht füllt (Swansea), begünstigt man wohl durch eine offene Brust des Ofens. Erze und Steinkohlen müssen zum Betrieb mit letzteren geeignet sein, durch die Ofenconstruction, Winderhitzung etc. allein lassen sich die Schwierigkeiten nicht überwinden (Oberschlesien).

Da Koks eine andere Ofenform und Regulirung des Ofenganges erfordern, als Rohkohlen, so ist der Zusatz von ersteren bei sorgfältig geleitetem Ofenbetrieb eher schädlich, als nützlich — abgesehen vom geringeren Schwefelgehalt der Koks —; wo aber, namentlich in Bezug auf das Aufgeben, der Ofen sorgloser gewartet wird, wie z. B. auf manchen Hütten Englands, da erweist sich ein Kokszusatz nützlich, indem bei zu starker Hitze in den oberen Ofentheilen dem Zusammensintern der verkokenden Kohle zu grösseren Stücken entgegen gewirkt wird. Nicht selten wird in England das zum Verkoken nicht geeignete magere Kohlenklein beim Hohofenbetrieb verwendet, was weniger ein Nutzen, als eine unangenehme Nothwendigkeit ist. Vor 30 Jahren, wo die Hohöfen noch mit Koks und kaltem Winde gespeist wurden, brauchte man in England[2]) pro Tonne Stabeisen 10 Tonnen Steinkohlen (etwa 6,15 für den Hohofen und 3,85 für die Frischarbeit); seit Anwendung erhitzter Luft und theilweise roher Steinkohle nur $5\frac{1}{2}$—6 Tonnen, welche bei Benutzung der Gichtflamme auf $4\frac{1}{2}$—5 Tonnen herabgehen. In Frankreich haben sich diese Verhältnisse neuerdings in ähnlicher Weise günstiger gestaltet. Trotz Verringerung des Brennmaterialverbrauches (erhitzter Wind, rohe Steinkohle, Er-

1) Schles. Wochenschr. 1861. Beilage S. 61. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 23, 63, 95.

2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 456; 1862. S. 169. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 157, 169.

weiterung der Gichtöffnung, Benutzung der Hohofengase), der Steigerung der Production (Erweiterung der Ofenschächte, und Vergrösserung des Windquantums), der Vervollkommnung der Technik (Verbesserung der Gebläse, Gichtaufzüge, Aufgebevorrichtungen etc.) und der reichlichen Verwendung der Frischschlacken sind in England die Selbstkosten des Roheisens [1]) nicht geringer geworden, als vor 30 Jahren, weil die Preise für die Schmelzmaterialien und die Arbeitslöhne gestiegen sind. Man braucht in Wales auf 1 Roheisen 2—2,5 Kohlen bei Benutzung der Gichtgase, in Staffordshire 4, in Cleveland 2,8—3, in Schottland 2,4—2,6, in Frankreich bei Erzen mit 40 % Eisen und guten Steinkohlen 2—2,2, bei armen Erzen und geringer Kohle 4 — 5 Theile. Nur selten wird das Verhältniss von 1 Roheisen zu 2 Steinkohle unterschritten.

Die zur Königshütte [2]) in Oberschlesien angestellten, aber unter zweckentsprechenden Verhältnissen zu wiederholenden Versuche mit roher Steinkohle statt Koks ergaben als unvortheilhaftes Resultat: einen grösseren Aufwand an Brennmaterial zur stärkeren Winderhitzung, grössere Gebläsekosten, Erhöhung der Selbstkosten in Folge geringerer Production und Verschlechterung der Eisenqualität. Günstigere Resultate erhielt man zu Witkowitz. [3])

Durch Zusammenkitten von Brennmaterialabfällen, namentlich von Steinkohlenklein dargestellte künstliche Brennmaterialien [4]) (I. 279) sind auch zur Eisenbereitung empfohlen worden.

Fabry's [5]) Ofenconstruction für Steinkohlen scheint sich keinen Eingang verschafft zu haben.

Anthracit.

E. Anthracit [6]) (I. 285). Derselbe liefert wegen grösserer Reinheit ein besseres Roheisen, als Koks und rohe Steinkohlen, erfordert aber wegen seiner Schwerentzündlichkeit die Zuführung stark gepresster und erhitzter Gebläse-

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 266; 1862. S. 170, 208.
2) Berggeist 1862. No. 18—25. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 390; 1862. S. 255. — Engl. u. oberschles. Steinkohlenpreise: Schles. Wochenschr. 1860. No. 25; B. u. h. Ztg. 1861. S. 454. — Oesterr. Ztschr. 1863. S. 299.
3) Leoben. Jahrb. 1861. X, 354.
4) B. u. h. Ztg. 1862. S. 210.
5) B. u. h. Ztg. 1856. S. 14.
6) Citate Bd. I. S. 285. — Leonhardt's Hüttenerzeugn. 1858. S. 101.

luft und, da in Folge der schwereren Verbrennung mit langsamerem Gichtwechsel die Production abnimmt, zur Erhöhung derselben (S. 185) weitere Oefen unter Zuleitung eines grossen, durch viele Formen (bis 15) gleichmässig vertheilten Windquantums. Bei Anwendung von kalter Luft müssten dem Ofen zu grosse Mengen zugeführt werden, welche denselben stark abkühlten. Diese Erzeugung grösserer Hitze, verbunden mit dem Erforderniss eines fast 3mal so grossen Windquantums, als bei Kokshohöfen, lässt eine vollständigere Ausscheidung der fremden Stoffe in den Schmelzmaterialien zu, was auf die Qualität des Eisens von günstigem Einflusse ist. Die unangenehme Eigenschaft des Anthracites, bei plötzlichem Erhitzen mehr oder weniger zu zerspringen, hängt mit seiner Lagerungsweise zusammen und findet sich besonders bei den aufgerichteten Lagerstätten. Der Waleser Anthracit mit körnigem Bruche ist ein Conglomerat von sehr reinem Anthracit und Backkohle, welches im Feuer nicht zerspringt.

Beispiele.

Man verwendet den Anthracit hauptsächlich in Pensylvanien[1]), Schottland[2]) (Glasgow) und Wales[3]) zur Eisenbereitung.

Die bei Pottsville in Pensylvanien zuerst in den Jahren 1838 und 1839 von THOMAS ausgeführten Anthracit-Schmelzversuche fielen wegen nicht genügender Windpressung ungünstig aus, weit besser aber die 1840 wiederholten, so dass seit dieser Zeit dieses Brennmaterial allgemeiner zur Anwendung gekommen ist. Man hat Oefen von 60 Fuss Höhe und 8 — 9 Fuss Gichtdurchmesser, welche, bei Zuführung von ·10000 Cbfss. bis 300 °C. und mehr erhitzter Luft pro Minute und von 8—9 Pfd. Pressung pro Quadratzoll durch 12 — 15 Wasserformen, wöchentlich an 4000 Ctr. Roheisen liefern.

Damit das Zerspringen des Anthracites in kleine Stücke

---

1) B. u. h. Ztg. 1849. S. 314; 1852. S. 755; 1853. S. 905; 1854. S. 149; 1862. S. 344.

2) KARST., Arch. 2 R. XXV, 579, 601. — B. u. h. Ztg. 1850. S. 673; 1853. S. 905; 1862. S. 253. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 157.

3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 429. — HARTMANN, Fortschr. I, 213.

weniger schädlich wirkt, gibt man zu Yniscedwin[1]), wo der Anthracit vor etwa 30 Jahren zuerst angewandt sein soll, den Oefen nur 25 — 30 Fuss Höhe (es finden sich in Wales sonst auch Anthracitofen von 36—40 Fuss Höhe) und lässt von Zeit zu Zeit die Gichten tiefer niedergehen, um die kleinen Stückchen bei verstärktem Winde aus der Gicht zu blasen. Gewöhnliche Pressung des Windes 4—6 Pfd., Windtemperatur 320 — 550 °C., Windmenge pro Minute 6000 Cbfss., Verbrauch von 2½ Theilen Anthracit auf 1 Theil Eisen, wöchentliche Production 1600 Ctr. Zur leichtern Entfernung der Asche aus dem Herde liegt bei den Anthracitöfen häufig unter dem Tümpel ein freier Raum von 0,08—0,10 Meter Höhe, durch welchen die Asche vom Winde fortwährend herausgeblasen wird. Mit Schlacken gemengte, durch den Stich kommende unverbrannte Anthracitstücke gibt man wieder mit auf. Während man bei den englischen Koks- und Steinkohlenöfen einen derartigen Gichtverschluss (PARRY'S Verschluss I. 313) hat, dass die Beschickung nach den Seitenwänden rollt und in der Mitte einen umgekehrten Kegel freilässt, in welchen sich das Erz stürzt —, so lässt man bei Anthracitöfen [2]) die Beschickung nach der Mitte des Ofens zu fallen, in Folge dessen das nach dem Umfang zu gleitende Erz in der Mitte eine weniger dichte Schicht bildet, was sich bei der Eigenschaft des Anthracits, in der Hitze in kleine Stücke zu zerfallen, sehr empfiehlt.

Gasförmige Brennstoffe.

§. 18. **Gasförmige Brennmaterialien.** Die in neuerer Zeit mehrfach unternommenen Versuche [3]), zur Ersparung an festem Brennmaterial dem Hohofen aus minderen Brennstoffen erzeugte Gase (Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoff-

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 156; 1862. S. 237, 429.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 429.
3) Berggeist 1856. S. 97. — Oesterr. Ztg. 1856. S. 137, 165, 195. 1858. S. 245, 292, 310; 1859. S. 2. — B. u. h. Ztg. 1856. S. 223, 235; 1859. S. 196, 286, 319, 320, 415, 420; 1860. S. 504. — Vordernberg. Jahrb. II, 153. — Leoben. Jahrb. 1860. IX, 317; 1861. X, 356. — Bericht über die erste allgem. Versamml. von Berg- und Hüttenmännern in Wien. 1859. S. 54. — HARTMANN, Fortschr. I, 229; III, 160.

gas) durch die Form zuzuführen, haben sich noch nicht bewährt, indem einestheils nicht die erforderliche Temperatur in den unteren Räumen zu erhalten war, anderntheils die Kohlung des reducirten Eisens beeinträchtigt wurde. Auch hat der von Gurlt[1]) eingeschlagene Weg, mittelst Generatorgasen die Reduction der Erze in einem Schachtofen und die Schmelzung des gekohlten Eisens in einem Flammofen vorzunehmen, sich nicht für alle Fälle anwendbar erwiesen, z. B. zu Gladbach; dagegen ist er mit reinen reichen Brauneisensteinen in Spanien (S. 71) vollständig gelungen.

Zweites Kapitel.

Schmelzvorrichtungen.

Schmelzvorrichtungen.

§. 19. Allgemeines. Zum Verschmelzen der Eisensteinsbeschickungen bedarf man hauptsächlich Schmelzöfen, Gebläsevorrichtungen, Arbeitsgezäh und sonstige Geräthschaften.

A. Schmelzöfen.

Erfordernisse für einen Schmelzofen.

§. 20. Verschiedene Ofenarten. Ein Schmelzofen für Eisenerze auf Roheisen muss nach einander die Vorbereitung und Reduction des Eisenoxydes bei einer Temperatur, wo noch keine Schmelzung eintritt, gestatten, darauf die Kohlung des reducirten Eisens bei steigender Hitze, aber ebenfalls ohne Schmelzung, dann das Schmelzen der schlackengebenden Bestandtheile und des Roheisens und zuletzt eine Separation beider nach ihrem specifischen Gewichte in einem hinreichend erhitzten Raume.

Diese Bedingungen lassen sich nicht in Flammöfen[2]) und Herdöfen, wohl aber in Schachtöfen erreichen.

---

1) Gurlt, die Roheisenerzeugung mit Gas etc. Freiberg 1857. (Beleuchtet im Berggeist 1857. S. 606; 1859. S. 469. B. u. h. Ztg. 1857. S. 12; 1860. S. 27.)

2) Karst., Arch. 1 R. XI, 280. — Oesterr. Ztschr. 1856. S. 137, 165, 195.

Geschichtliches.

Die früheste Behandlung [1]) sehr leichtflüssiger, reiner und leicht reducirbarer Eisensteine, meist Spatheisensteine, geschah in niedrigen, den Schmiedeessen ähnlichen Herden (Luppen-, Renn- oder Zerrennfeuern) bei Anwendung von ledernen Blasbälgen und Holzkohlen, indem man abwechselnde Lagen von zerkleinten Eisensteinen und Kohlen so lange niederschmolz, bis sich am Boden des Herdes ein hinreichend grosser Eisenklumpen angesetzt hatte, während gleichzeitig wegen nicht zu erreichender vollständiger Reduction des Eisenoxydes sehr eisenreiche Schlacken (jetzt noch zuweilen aus alten Halden als sogenannte Römerschlacken, Zerrennschlacken [2]) benutzt) bei verhältnissmässig bedeutendem Brennmaterialverbrauch erfolgten. Der wenig gekohlte Eisenklump wurde ausgebrochen und ausgeschmiedet und lieferte ein ausgezeichnetes Product.

Herdöfen.

Zur Zeit wird dieses Verfahren noch in Gegenden [3]), welche grossen Holzreichthum und sehr reine, leicht reducirbare Eisensteine besitzen (Italien, Spanien etc.), in Herden (katalonische, navarrische, biscayische Feuer) ausgeführt; in Oberschlesien z. B. war die Arbeit in Zerrennherden bis 1798 üblich, am Harz [4]) (Elbingerode, Zorge, Sieber) bis zur Mitte des 18. Jahrhunderts; daselbst hat man auch Eisenfrischschlacken [5]) in Zerrennfeuern behandelt.

Stücköfen.

Zur Ersparung an Brennmaterial und zum vollständigeren Ausbringen des Eisens wurden dann später (in Steyermark gegen 1625) die Herde in niedrige Schachtöfen (Stück- oder Wolfsöfen) verwandelt, wobei ein etwas mehr gekohltes, stahlartiges, aber noch nicht schmelzbares Product

1) Oefen der alten Römer: Berggeist 1860. No. 15. B. u. h. Ztg. 1860. S. 502. — Verschmelzen toskanischer Erze unter den Etruskern etc. Ann. d. min. 6 livr. de 1858. p. 564. — Römereisenwerk in Krain: Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1850. I, 199.

2) Analysen alter Schlacken: v. Leonhardt's Hüttenerzeugnisse. 1858. S. 191. — Wagner's Jahresber. 1859. S. 44.

3) Karst., Arch. 1 R. IX, 465. — Erdm. J. IX, 361, 381. — Dingl. LXVI, 218; LXXI, 52, 415; LXXXII, 40; LXXX, 29; LXXXVIII, 367; LXXVIII, 229.

4) Stünkel, Eisenbergwerke und Eisenhütten am Harz. 1803. S. 65.

5) Ibid. S. 164.

erfolgte, welches als Klumpen (Wolf, Stück, Maass) aus dem Herd herausgezogen wurde, nachdem eine aus Lehm hergestellte Wand des Ofens eingeschlagen. Durch wiederholtes Ausschweissen entfernte man den überschüssigen Kohlenstoff und erhielt bei reinen Eisensteinen ebenfalls ein ausgezeichnetes Stabeisen. Solche Stücköfen [1]), bis 1763 allgemein in Kärnthen, Krain, Steyermark und der Grafschaft Henneberg von bis 12—15 F. Höhe angewandt, findet man zur Erzeugung eines ausgezeichneten Roheisens von $3^1/_2$ F. Höhe jetzt noch in Ostindien [2]), in Finnland [3]) zum Verhütten von Erzen und Frischschlacken etc.

Eisenhohöfen

Erst nachdem man etwa gegen die Mitte des 16. Jahrhunderts die Oefen noch weiter erhöhte, eigentliche Hohöfen (in Kärnthen Flossöfen genannt, von bis 25 F. Höhe zu Anfang) über 15 F. Höhe herstellte, gelangte man unter bedeutender Ersparung an Brennmaterial zu einer vollständigeren Reduction auch strengflüssigerer Erze, zur stärkeren Kohlung des Eisens und zum vollständigen Schmelzen des gekohlten Eisens (Roheisens), wodurch ein namentlich auf die Brennmaterialersparung sehr günstig wirkender continuirlicher Ofenbetrieb erreicht wurde.

Verschiedene Zustellung der Hohöfen.

Die zur Zeit in Anwendung stehenden Oefen, welche Höhen bis 60 F. haben, theilt man nach Art ihrer Zustellung ein in Oefen mit geschlossener Brust (Blaseöfen, Blauöfen, Bauernöfen), aus deren Herd Roheisen und Schlacke von Zeit zu Zeit abgestochen werden, und in Oefen mit offener Brust (gewöhnliche Eisenhohöfen), aus denen die Schlacke fortwährend austritt, während man das Eisen bald ausschöpft, bald absticht.

Vortheile der Blauofenconstruction.

Erstere Oefen gestatten den letzteren gegenüber nachstehende Vortheile: die Zustellung ist einfacher, die vor der Form erzeugte Wärme wird vollständiger ausgenutzt,

1) Karst., Eisenhüttenkunde. III, §. 630—632. Taf. XVI, Fig. 9—11. IV, §. 983. — Leblanc, Eisenhüttenkunde. II, 283. — Karsten's Arch. 1 R. II, b. 28; VIII, 239. — Kraus, österr. Jahrb. 1855 S. 127.

2) Oesterr. Ztschr. 1857. S. 164 (mit Zeichnung). — B. u. h. Ztg. 1860. S. 411; 1863. S. 17.

3) B. u. h. Ztg. 1857. S. 422.

indem nicht, wie bei gewöhnlichen Hohöfen, durch die aus fliessende Schlacke, die strahlende Wärme, das Durchblasen des Windes und die beim Räumen im Herd mit ausgezogenen Kohlen und das Räumen selbst Wärme verloren geht. Durch das Zusammenhalten der Hitze im Herde werden Schlacken und Roheisen hitziger und sondern sich vollständiger, die Production steigt und es bilden sich weniger leicht Ansätze; in Folge dessen, sowie wegen minderer strahlender Wärme ist die Arbeit vor dem Ofen bequemer, auch lässt sich der Raum vor demselben reinlicher halten.

Man hat die Blauöfen zeither meist nur zum Verschmelzen leichtflüssiger Eisensteine auf weisses Roheisen zum Frischen angewandt, weil dieses nicht, wie graues Giessereiroheisen, ausgeschöpft zu werden braucht, und bei seiner grösseren Neigung zum Erstarren und seiner minderen Erzeugungstemperatur im Herd des Blauofens weniger leicht matt wird.

Für strengflüssige und unreinere Erze, welche graues Giessereiroheisen geben, sowie bei Steinkohlen- oder Koksöfen, welche ein öfteres Räumen im Herd erfordern, wendet man meist die Oefen mit offener Brust an, um eine grössere Menge Roheisen im Herde halten, zu jeder Zeit Roheisen ausschöpfen und gebildete Ansätze und Koksdreck ausräumen zu können.

Neuerdings hat man jedoch auch mehrfach, — z. B. zu Witkowitz,[1]) Mariazell,[2]) St. Stephan,[3]) Turrach, Miesling[4]) etc. —, wenn ein öfteres Ausschöpfen des Roheisens für die Giesserei nicht erforderlich, Blauöfen mit passenden Gestelldimensionen zur Darstellung grauen Roheisens aus strengflüssigen Erzen, selbst bei Koks (Witkowitz) angewandt und dabei die oben erwähnten Vortheile erzielt, so dass eine allgemeinere Benutzung derselben auch für strengflüssigere, auf graues Roheisen zu verschmelzende Beschickungen bei Holzkohlen und nicht zu unreinen Koks zu erwarten steht. Hat man für die Giesserei öfters Eisen

1) Oesterr. Ztschr. 1858. S. 193.
2) Oesterr. Ztschr. 1858. S. 234.
3) Leoben. Jahrb. 1860. IX, 301.
4) Oesterr. Ztg. 1856. S. 183.

nöthig, so muss man den Blauofen mit einem Schöpfherd versehen und bei aschenreichem oder zerspringendem Brennmaterial eine hinreichend leichtflüssige Schlacke erzeugen. Die Oefen mit offener Brust zeigen noch den Uebelstand, dass die einseitige Erweiterung des Eisenkastens zur Haltung grösserer Eisenmengen Ansätze bedingt und der Betrieb zeitweilig unterbrochen werden muss, wenn man grössere Mengen Eisen schöpfen will. Da durch das Schöpfen stets eine Abkühlung des Eisens im Herde veranlasst wird, so versieht man die Oefen mit offener Brust zuweilen mit Schöpf- oder Stechherden.

Hohofenterrain.

§. 21. Construction der Eisenhohöfen. Bei Auswahl des Terrains zur Anlage eines Hohofens[1]) hat man hauptsächlich Nachstehendes zu beachten:

1) Der Platz muss hinreichend geräumig sein, um die erforderlichen Gebäulichkeiten, Vorrichtungen (Hohofenhütte mit Gebläse und Giessereiraum, Erzplatz mit Röstofen, Möllerraum, Gichtaufzüge, Schlackenpochwerk, Schlackenhalde, Magazine, Werkstätten, Brennmaterialschuppen, Eisenbahnen etc.) aufzunehmen.

2) Da das Verhältniss der herbeizuschaffenden Schmelzmaterialien zur Darstellung einer gewissen Eisenmenge etwa 3 Erz : 2 Brennmaterial : 1 Zuschlägen entspricht, so legt man die Hütten am besten in die Nähe der Eisensteinsgruben, insofern nicht andere Gründe (z. B. Mangel an Wasser, ungünstige Lage für den Absatz der Producte etc.) dagegen sprechen.

3) Man legt die Hütten in die Nähe von Wasser, welches entweder als Aufschlagewasser für die Umtriebsmaschinen oder zur Speisung von Dampfkesseln dienen kann.

4) Man baut die Hohöfen gern an einen Bergabhang, um darauf zur Ersparung von Transportkosten über oder im Niveau der Gicht den Erz- und Kohlenplatz, sowie die Röst- und Verkokungsöfen anlegen zu können.

---

1) Valerius' Roheisenfabrikation, deutsch v. Hartmann. 1861. S. 318. Neuer Schaupl. d. Bgwkde. XV, 1. — Stahlschmidt's neue Hohofenconstruction: Berggeist 1858. S. 136; 1861. S. 416. Hartmann, Vademecum f. d. Eisenh. 1863. S. 140.

5) Zur Umgehung bedeutender Fundamente muss der Baugrund hinreichend fest und Ueberschwemmungen [1]) nicht ausgesetzt sein; namentlich ist Lehm- und Sandboden zu vermeiden.

6) Die Lage des Ofens an der Süd- statt an der Nordseite begünstigt den Bau desselben in den ersten Frühlings- und den späten Herbstmonaten, indem das Mauerwerk leichter austrocknet. In milderen Klimaten liegen die Hohöfen ganz im Freien, z. B. die englischen Hohofen; sonst ist entweder der ganze Ofen umbaut oder wenigstens die Arbeitsseite überdacht.

Je nach Beschaffenheit der Localität ändern sich die Stellung und Einrichtung einer Hohofenhütte [2]), sowie auch die Anlagekosten [3]) und der Materialaufwand. [4]) Stets ist es aber erforderlich, beim Bau eines Hohofens darauf zu sehen, dass die zerstörenden Einflüsse der Hitze durch Wegschmelzen und Ausdehnung des Ofenbaumaterials auf ein Minimum reducirt werden, da sie sich nicht völlig vermeiden lassen.

Construction der Oefen.

Conservirung des Ofengemäuers.

Dem Wegschmelzen des Ofengemäuers sucht man hauptsächlich zu begegnen

a) durch Anwendung möglichst feuerfester Materialien [5]), und zwar leisten in dieser Beziehung künstlich gebrannte Steine (I. S. 355) meist mehr, als natürlich vorkommende (I. S. 351). Da erstere von schwächern Dimensionen schär-

1) Ueberschwemmung der Hohöfen von Vierzon: B. u. h. Ztg. 1859. S. 401.

2) Pläne von Hüttenanlagen: Hörde in Schönfelders baulichen Anlagen. 1. Jahrg. 1. Lief. 1861. Taf. I.; Johannishütte bei Duisburg ebendaselbst. 1. Jahrg. 2. Lief. 1861. Taf. I; belgische Hütten in Valerius' Roheisenfabrikation, deutsch v. Hartmann. 1851. S. 353. Taf. 15; Königshütte in Oberschlesien in B. u. h. Ztg. 1861. Taf. 9; Studienreise der Studirenden des Königl. Gewerbe-Instituts in Berlin. S. 139. Taf. 32 etc.

3) Beispiele: Seraing, Valerius c. l. S. 335; Hartmann, Vademec. f. d. pract. Eisenhüttenmann. 1863 S. 145.

4) Mauer- und Metallmassen eines Königshütter Hohofens: B. u. h. Ztg. 1861. S. 338, 340. — Organisation der Arbeit beim Hüttenbau in Hartmann's Vademec. f. d. pract. Eisenhüttenmann. 1861. S. 141.

5) Paulssen, die natürl. u. künstl. feuerfesten Thone. Weimar 1862.

fer getrocknet und gaarer gebrannt werden können, so nimmt man sie nicht stärker, als wegen des Transportes und des späteren Behauens erforderlich ist. Ausgezeichnetes leisten z. B. Garnkirk- (I. 357) und belgische Steine (I. 357), welche letzteren für das Gestell bis 5 Fuss lang und 1 Fuss dick, für die anderen Rastschichten 9 und für die oberen 6 Zoll stark sind. Trotz der höhern Preise bezieht man solche Steine häufig auf deutschen Hütten; jedoch haben in neuerer Zeit sich auch die Gestellsteine von VYGEN u. Co. [1]) zu Duisburg grossen Ruf erworben;

b) durch passende Luft- oder Wasserkühlungen an Rast, Gestell und Tümpel.

Die Ausdehnung und Zerstörung des Ofengemäuers beschränkt man

a) durch eine passende äussere Ofenform mit entsprechender Verankerung;

b) durch eine zweckmässige Verbindung der inneren, sich stark ausdehnenden Ofentheile mit den äusseren, in welcher Beziehung sich besonders freistehende Gestelle und Rasten, sowie eine Füllung von Schaumschlacken zwischen Kernschacht und Rauhgemäuer empfehlen. Letztere geben, selbst wenn sie dicht eingetreten oder in loserem Zustande mit Brocken feuerfester Steine gemengt oder mit einem dünnen Brei feuerfesten Thones begossen sind, beim Ausdehnen des Kernschachtes immer noch nach, was bei einer Sandfüllung weit weniger der Fall ist. Sollte der Kernschacht durchlöchert werden, so dringen die Schlacken nicht, wie Sand, in den Schacht ein, sondern sintern zusammen und verstopfen die Oeffnung;

c) nach STEINBEIS durch derartiges Zuhauen der Steine, dass beim Zusammenfügen nach dem Innern zu geöffnete Fugen entstehen, nach Aussen zu aber die Steine an einander schliessen. Dabei springen dann beim Anheizen des Ofens weniger leicht Stücke vom Kopfe der Steine ab. Man erreicht aber, wenn das Abwärmen des Ofens sorgfältig geschieht, bei dichtem Schluss der Steine auch gute Resul-

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 240.

tate, weshalb man die vorgeschlagene Steinform in der Praxis wohl selten wählt.

Ofensysteme.

Hinsichtlich der äusseren Gestalt und der Verbindungsweise der inneren und äusseren Ofentheile lassen sich nachfolgende Hauptconstructionen unterscheiden:

Belgische Ofenconstruction.

1) Die belgische Construction von der Aussenform einer abgestumpften 4seitigen Pyramide und mit eng eingebautem Gestell. Die pyramidale Form leistet den meisten Widerstand gegen die Ausdehnung und gewinnt durch die practisch leicht anzubringende Verankerung noch an Haltbarkeit, indem Diagonalanker (Octogonanker) den inneren Zusammenhalt, Seitenanker (Quadratanker) den äusseren vermitteln. Letztere werden, um in der ganzen Höhe des Ofens gegen die Ausdehnung einen grossen Widerstand zu gewinnen, durch an den Ecken des Ofens herauflaufende Lascheneisen verbunden (BUSSIUS'-Construction), zumal diese Construction billiger kommt, als die sonst nöthigen gusseisernen Ankerscheiben *a* (Taf. III. Fig. 74). Auch lässt sich an solchen Oefen leicht und mit Erfolg eine bloss äussere Verankerung anbringen (Theissholz). Diese Ofenconstruction, welcher wohl grössere Kostspieligkeit im Vergleich zu der später zu erwähnenden schottischen vorgeworfen worden, lässt sich dadurch minder kostspielig ausführen, dass man zur Ersparung an Mauerwerk an passenden Orten, namentlich an den Ecken kleine kreisrunde oder ovale Schächte ausspart, welche, entweder mit Zügen im Fundamente und Rauhgemäuer oder mit Feuerungen am Fundament in Verbindung (Hörde), als Trockencanäle oder zur Zuführung des beim Schlackenlauf nöthigen Gestübbes dienen oder die Leitungsröhren vom Windwärmapparat aufnehmen etc. Um bei höheren Oefen an Mauerwerk und Raum zu sparen, stellt man wohl die abgestumpfte 4seitige Pyramide auf ein kubisches Untertheil. Noch weniger Mauerwerk ist erforderlich, wenn ein solches Untertheil mit einer 8seitigen abgestumpften Pyramide oder einem Kegel [Königshütte[1]) in Oberschlesien] versehen wird. Zuweilen rundet man in

1) B. u. h. Ztg 1861. S. 338. Taf. 9.

oberen Ofentheilen die Ecken des Rauhgemäuers ab und umgibt dasselbe mit schmiedeeisernen Ringen.

Die neueren schwedischen Oefen[1]) bestehen aus einem cylindrischen Untertheil mit darauf stehendem abgestumpften Kegel. Die Oefen der Hubertushütte[2]) in Oberschlesien sind unten viereckig und gehen durch ein Acht- und Sechszehneck in den runden Querschnitt über.

Was das eng eingebaute Gestell anbetrifft, so ist dasselbe wegen der nicht stattfindenden äusseren Abkühlung einer grösseren Ausdehnung, also dem Zerreissen ausgesetzt und bedarf deshalb einer Verankerung, was bei den später zu erwähnenden Oefen mit freistehendem Gestell nicht erforderlich ist.

Derartige Oefen mit pyramidaler Gestalt und eng eingebautem Gestell sind z. B. in Anwendung in Belgien[3]), in Westphalen [Hörde[4]), Johannishütte[5]) bei Duisburg etc.], in Schlesien[6]), zu Theissholz[7]), zur Georg Marienhütte, zu Meppen[8]), auf den Harzer Hütten, sowie überhaupt bei Holzkohlenöfen.

Beispiel.

Die Construction eines belgischen Hohofens, welche häufig zum Muster genommen worden, z. B. neuerdings auf mehreren westphälischen Hütten, zur Georg Marienhütte etc., ist nachstehende (Taf. I. Fig. 10—19): *a* Fundament aus grossen Bruchsteinen. *b* Abwärmcanal aus feuerfesten Ziegeln. *c* Feuerung. *d* Andreaskreuz, durch Trockencanäle *e* mit den im Rauhgemäuer ausgesparten Zügen *f* in Verbindung und mit Eisenplatten *g* bedeckt, auf welchen die Ziegelmauerung *h*. *i* Sohlstein aus Puddingstein von

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 126; 1863. S. 210.
2) Hartmann, Fortschr. V, 96.
3) Valerius, Roheisenfabrikation, deutsch v. Hartmann. 1851. S. 318.
4) Schönfelder, die baulichen Anlagen auf den Berg-, Hütten- und Salinenwerken in Preussen. 1861. 1. Jahrg. 1. Lief. S. 7. — Förster's Bauzeitung. 1857. S. 42. Hft. 2 u. 3. — Preuss. Zeitschr. II, A. 287.
5) Schönfelder c. l. 1. Jahrg. 2. Lief.
6) B. u. h. Ztg. 1861. S. 338.
7) Rittinger's Erfahrungen .855. S. 37.
8) Hartmann, Fortschr. V, 103.

Marchin, auf einer Sandlage ruhend. *k* Gestellsteine *(B—F)* aus demselben Material und die Formöffnungen *r'* enthaltend. *l* Rast, unten aus Steinen von Marchin *(G* u. *H)*, oben aus sehr feuerfesten Ziegeln. *m* Füllung aus feuerfesten Ziegelbrocken. *n* Kernschacht aus feuerfesten Ziegeln bester Sorte. *o* mittleres Schachtfutter (Füllschacht) aus feuerfesten Steinen mittlerer Qualität und mit Füllungen umgeben. *p* Rauhgemäuer von gewöhnlichen Ziegelsteinen mit Mörtel, nach innen mit einer Verblendung (falsches Hemd) von feuerfesteren Ziegeln *q*. *r* gusseiserne Tragbalken, im Quadrat zusammengefügt zum Tragen des Obergestelles, auf dem Zirkeleisen *u* ruhend und damit durch Zapfen und Zapflöcher verbunden. *s* Eckpfeiler. *t* Eisenbalken und feuerfeste Steinlagen in Abwechselung, erstere durch eiserne Anker unterstützt. *u* Zirkeleisen zum Tragen des Kernschachtes, welchen Zweck auch der Eisenkranz *v* hat. *w* Trachteisen, durch Anker unterstützt. *x* Arbeitsgewölbe. *y* Formgewölbe. *z* feuerfeste Ziegelbekleidung. *a''* Tümpel oben aus Puddingstein, unten *a'* aus grossen feuerfesten Ziegeln, erstere durch die aus zwei Theilen bestehende, zusammengeschrobene Tümpelplatte *b'*, letztere durch das Tümpeleisen *c'* verwahrt. *d'* Wallstein aus Puddingstein, an der Vorderseite durch die Wallplatte *e'* geschützt und mit einem Stichloche *f'* versehen. *g'* Schlackenleiste oder gusseiserne Leistenplatte, in vorspringenden Rändern der Wallsteinplatte vertikal gestellt und durch ins Gemäuer gehende Quereisen *h'* gehalten. *i'* Oeffnungen in der Leistenplatte zur Aufnahme eines gekrümmten Eisens als Auflage für das Gezäh beim Arbeiten im Herd. Der mit Gestübbe ausgefüllte Raum zwischen Schlackenleiste und Pfeilermauer bildet die Schlackentrifft. *k'* gusseiserne Pilaster, zum Theil das Trageisen stützend, mit verschiedenen Löchern *l'* zur Aufnahme von Stäben, auf denen man beim Arbeiten im Herd etc. das Gezäh stützt. *m'* Abzüge im Rauhgemäuer, schon über den Gewölben beginnend, in horizontalen Reihen vertheilt, zwischen denen 5—6 Ziegelschichten liegen, und mit den Zügen *f* in Verbindung, ohne nach aussen zu münden. *n'* Octogonanker und *o'* Quadratanker, in Canälen des Mauerwerks liegend. *p'* Gichtmantel, innen aus feuerfesten, aussen aus gewöhn-

lichen Ziegelsteinen aufgeführt, verankert und mit Chargiröffnungen q' versehen. Letztere haben in den Ecken vorspringende Theile, um das Einrollen des Gichtwagens in die Gicht zu verhüten. s' Gichtgallerie.

Schottische Ofenconstruction.

2) Die schottische Construction von der Aussenform eines Cylinders oder abgestumpften Kegels und mit frei stehendem Gestell. Bei der Kegelform leisten die zur Verankerung angewandten Ringe[1]) nicht den Widerstand gegen die Ausdehnung, wie die Lascheneisen bei der belgischen, es sei denn, dass man das Rauhgemäuer ganz mit einem zusammengenieteten Blechmantel umgibt [Schottland[2]), Nordengland, z. B. Ulverstone, Hasslinghäuser Hütte[3]) in Westphalen etc.]. Ein solcher Mantel hat in Schottland, Nordengland und auch zu Hasslinghausen eine leichtere Construction, wohlfeilere Fundamente, schnelles Trocknen, nur geringes Setzen und Ausdehnen, verringerte Kosten und eine schnellere Aufführung des ganzen Ofens gestattet. Nach Bussius[4]) können aber solche Blechmäntel je nach Localverhältnissen sehr kostspielig sein; auch gestatten sie nicht, dass man von aussen zum Rauhgemäuer kommen kann, was zuweilen erforderlich ist, um dasselbe in gutem Stand zu erhalten. Zur Hubertushütte[5]) bei Königshütte hat man die Verankerung durch Reife weniger haltbar befunden, als den etwas verstärkten konischen Theil des Rauhgemäuers ohne alle Verankerung.

Dagegen ist das freistehende Gestell ein Hauptvorzug bei dieser Construction, indem sich dasselbe bei der steten Kühlung von aussen weniger ausdehnt, deshalb weniger leicht reisst, keiner Verankerung bedarf, freien Zugang zu allen Theilen des Herdes und deshalb die leichtere Ausführung von Reparaturen während des Betriebes, somit kürzere Dauer der Betriebseinstellung gestattet, der Kohlensack lässt sich

1) Karst. Arch. 1 R. XII, 259.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 323.
3) Berggeist 1858. S. 64, 136. — Zeitschr. deutscher Ingen. Nov. u. Dec. 1857. S. 296. — Hartmann, Fortschr. I, 122.
4) B. u. h. Ztg. 1862. S. 86.
5) Hartmann, Fortschr. d. metallurgischen Hüttengewerbes. V, 96.

ohne grosse Kosten leicht erweitern oder verengern, man kann mehrere Formen und wenn nöthig, Formen in verschiedener Höhe anbringen etc. Durch Umlegen von mit circulirendem Wasser versehenen Kränzen um die Rast, sowie durch eiserne mit Wasser gefüllte und an die Gestellwände gesetzte Kästen lässt sich die Kühlung dieser Ofentheile noch vollständiger erreichen. Die oft mehr, als 20 Jahre langen Campagnen englischer und schottischer Hohöfen verdanken diese lange Dauer zum Theil mit der bezeichneten Gestelleinrichtung. Kernschacht und Rauhgemäuer ruhen auf einem eisernen, von Säulen getragenen Kranz.

Beispiele. Ein nach schottischem Muster gebauter Hohofen zu Hasslinghausen (Taf. I. Fig. 20, 21) hat folgende Einrichtung: *a* Fundament. *b* Sohlstein. *c* Wallstein. *d* 6 Formöffnungen. *e* Gestellsteine. *f* Rast. *g* innerer Kernschacht, besteht, sowie *e* und *f* aus Garnkirksteinen. *h* Füllung. *i* äusserer Kernschacht aus feuerfesten Steinen von Dortmund. *k* zusammengenieteter Blechmantel. *l* gusseiserne Säulen, auf Sockeln *m* ruhend und auf dem gusseisernen Kranz *n* den Kernschacht tragend. *o* Gichtplateau, auf den an den Blechmantel angenieteten Consolen *p* ruhend und mit einem Geländer *q* versehen. *r* Gichtmantel mit den Aufgebeöffnungen *s*. Die Aufstellung der Säulen und des Blechmantels dauert nur 4 Wochen und während die Kosten eines eisernen Rauhgemäuers nur 5285 Thlr. betragen, belaufen sich die eines gemauerten auf 16,000 Thlr. Aeltere schottische Oefen [1]) haben ein eng eingebautes Gestell.



Die neuen Oefen dieser Art zu Ulverstone [2]) (Taf. III. Fig. 65) haben keine Füllung zwischen Kernschacht und Rauhgemäuer, dagegen bleibt zwischen Blechmantel und Rauhgemäuer ein mit Sand ausgefüllter Zwischenraum. Das Windleitungsrohr umgibt den Ofen oberhalb der Säulen und aus demselben gehen in die 5 oder 6 Formen engere Zweigröhren ab. Neben dem ringförmigen Windleitungsrohr befindet sich das Wasserrohr für die Formen. Sehr zweck-

1) Hartmann, Fortschr. I, 121.

2) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 185. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 379. Tunner's Ber. über die London. Ind.-Ausst. von 1862. S. 31.

mässig ist der später zu erwähnende Gasfang. Man unterscheidet Oefen von dieser Einrichtung durch den Namen Kupoloöfen *(cupola furnaces)* von den eigentlichen Hohöfen *(high blast furnaces)*.

Combinirte belgisch-schottische Construction.

3) Combinirte belgische und schottische Construction. Die zweckmässigste Ofenconstruction erhält man nach BUSSIUS [1]), wenn man von dem schottischen Hohofen das freistehende Gestell und von dem belgischen die Form der abgestumpften Pyramide entlehnt. Man lässt dann gewöhnlich das Rauhgemäuer auf 4 Pfeilern ruhen und zwischen diesen und dem freistehenden Gestell befindet sich ein Gang. Die Pfeiler dienen als Widerlager für die Form- und Arbeitsgewölbe. Der Gestellkörper bildet bei Oefen mit nur freistehendem Gestell nach STEINBEIS [2]) zweckmässig äusserlich ein achtkantiges Prisma mit 4 breiteren und 4 schmäleren Flächen, von denen die ersteren die Brust und Formseite bilden, die letzteren aber mit plattenförmigen gusseisernen Säulen bekleidet sind. Von diesen gehen eiserne Tragbalken radial nach den Pfeilern aus, welche, mit Tragplatten belegt, einen zur Aufnahme der Rast dienenden Plafond bilden. Die Tragbalken liegen in dem Gewölbe nicht nur oben, seitwärts und am Ende frei, sondern zwischen ihnen und der eingemauerten Unterlagsplatte befinden sich rollende Walzen, damit die Tragplatten auf den Pfeiler keinen Schub ausüben können.

Für Oefen mit freistehender Rast und Gestell mit Wasserkühlung an Rast, Gestell und Tümpel gibt BUSSIUS folgende zweckmässige Construction (Taf. II. Fig. 22, 23) an: *a* Sohlstein, wenigstens 3 Fuss stark, damit nach dessen theilweisem Wegfressen das flüssige Eisen noch hinreichendes Gefälle bis zur Hüttensohle findet. *b* feuerfeste Steine, vorn nach der Tümpelseite zu offen, um zum Sohlstein gelangen zu können. *c* loses Mauerwerk oberhalb der Linie *AB*, um den Sohlstein bequem zu ersetzen. *d* Kreuzabzüge (Andreaskreuz). *e* Wallstein. *f* Wassertümpel, ein mit Wasser gefüllter, 2 Fuss weit unter den Tümpelstein

---

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 85.
2) B. u. h. Ztg. 1856. S. 322.

reichender Blechkasten. *g* Formöffnungen. *h* freistehendes Gestell, durch daran gesetzte, mit Wasser gefüllte Blechkasten zu kühlen. *i* freistehende Rast, welche von 4 hohlen, oben offenen Kränzen *k* aus Gusseisen getragen wird. Diese sind an den Stösten zusammengeschroben, mit Kitt gedichtet und ruhen auf den grösseren Stützen *l*.

Zur Kühlung der Rast lässt man aus den 3 Blechbassins *m*, welche die Brüstung auf der Gicht bilden, mittelst des Hahnes *n* durch die Röhre *o* kaltes Wasser in den obersten Kranz *k*, von wo dasselbe durch die Röhren *p* in den übrigen Kränzen circulirt. Zur weiteren Kühlung lässt man noch durch die Röhren q Luft in den Canälen *k* in entgegengesetzter Richtung von derjenigen des Wassers circuliren, welche durch das als Esse dienende Rohr *r* angesogen wird. Bei der grösseren Stärke der Rast und ihrer Neigung von 65° bedarf es einer weiteren Untermauerung nicht; sonst lässt man wohl die Rast nebst Kernschacht auf einem hohlen gusseisernen Ringkasten ruhen, welcher durch gusseiserne Pfeiler unterstützt ist (z. B. auf Johannishütte bei Duisburg) oder Rast und Kernschacht werden jeder durch besondere Säulen getragen (Neustadt am Rübenberge). *s* Pfeiler zum Tragen des Rauhgemäuers. *t* Ofengang zwischen den Pfeilern und dem Gestell. *u* Gewölbe für die Zugänge des Ofens, welche sich vor dem durch eiserne Tragbalken gebildeten treppenförmigen Schluss durch Billigkeit und eben so grosse Haltbarkeit auszeichnen. *v* Kugelgewölbe. *w* Kernschacht. *x* Füllung. *y* falsches Hemd, aus feuerfesten, abwechselnd ganzen und halben Steinen im Verband eingemauert und einen bei Kokshohöfen (Taf. I. Fig. 11) häufig angebrachten zweiten Kernschacht ersetzend. *z* Rauhgemäuer. *a'* ausgesparte Canäle, in welche die kleinen Trockencanäle aus dem Rauhgemäuer münden, auch wohl mit dem Andreaskreuz oder einer Feuerung in Verbindung. *b'* Octogonanker. *c'* Quadratanker. *d'* Lascheneisen. *e'* Aufgebeöffnungen. *f'* Gasfang nach Ebeling'scher Einrichtung, ein eingehängter Blechmantel, durch ein Kreuz *g'* mit der unten konisch zulaufenden Röhre *h'* verbunden, durch welche die Gase nach *i'* hin abgeleitet werden. Die Arme *g'* verjüngen sich nach unten, um das Nachsinken der Gichten zu begünstigen, und

veranlassen eine Auflockerung der Massen unterhalb des Apparates, namentlich nach der Mitte zu. *k'* Ankerscheiben.

Nach diesem Systeme sind in neuerer Zeit mit geringen Modificationen viele Hohöfen gebaut, z. B. zu Harzburg am Harze, Johannishütte[1]) bei Duisburg, Neustadt[2]) am Rübenberge, Mühlhofen bei Sayn, Heinrichshütte bei Hattingen, St. Ingbert bei Saarbrücken, Neuberg etc.

Verfahren beim Ofenbau

Das Verfahren bei Herstellung eines Hohofens[3]) mit engeingebautem Gestell (Taf. I. Fig. 10—19) ist im Allgemeinen etwa folgendes:

Aeussere Ofentheile.

Man legt zunächst

Fundament.

1) das Fundament *a*, wenn möglich auf Felsboden; bei wandelbarem Terrain richtet man zunächst ein Kreuzgewölbe oder Pfahlwerk [Pfahlrost] her, auf welchem dann Mauerung aus Bruchsteinen in Kalkmörtel [zu Hubertushütte[4]) gewöhnlicher Kalk mit Zinkhüttengekrätz als Piséstampfung] aufgeführt wird. Auf dieser stellt man einen Kreuzcanal *d* (Andreaskreuz, Kreuzansucht) her, welcher mit Eisenplatten *g* bedeckt und bis zur Hüttensohle mit Ziegelmauerung *h* überkleidet wird. Zuweilen bringt man zum rascheren Austrocknen des frischen Mauerwerkes vor Anlassung des Ofens mit dem Andreaskreuz einen Abwärmcanal *b* in Verbindung, an dessen Ende in einer Vertiefung sich eine Rostfeuerung *c* befindet [belgische Oefen[5]), Johannishütte[6]) bei Duisburg]; es stehen dann die Canäle des Kreuzes *d* durch Züge *e* mit den ausgesparten Canälen *f* in den Ofenecken in Verbindung.

Zuweilen legt man die Feuerung auch unter den Ofen (Georg Marienhütte bei Osnabrück, RACHETTE's Ofen).

---

1) SCHÖNFELDER, die baulichen Anlagen etc. 1. Jahrg. 2. Lief. 1861. S. 17. Taf. XI, XII.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 331. Taf. XII.
3) Bau eines oberschlesischen Hohofens: B. u. h. Ztg. 1861. S. 339. — Kärnthner Ofen: KRAUS, österr. Jahrb. 1855. S. 132.
4) HARTMANN, Fortschr. V, 98.
5) VALERIUS c. l. S. 329. Taf. XVII. Fig. 2.
6) SCHÖNFELDER c. l.

Zu Königshütte [1]) in Oberschlesien wird das Andreaskreuz an 3 Seiten mit über der Hüttensohle mündenden ansteigenden Canälen in Verbindung gebracht. Der an der Brustseite mündende Canal des Kreuzes ist vorn durch eine 2 Fuss breite Lage feuerfester Steine bis auf eine $^{3}/_{4}$ Zoll weite Oeffnung (Bleiabstich) geschlossen, durch welche man von Zeit zu Zeit das beim Verschmelzen bleiischer Eisenerze durch den Sohlstein in den Kreuzcanal gelangte Blei (I. 788) absticht. Zu Derno [2]) in Ungarn ist das Fundament statt mit einem kreuzförmigen mit einem ringförmigen Canal durchzogen. Gewöhnlich nimmt man die Breite des Fundamentes gleich der Höhe des Schachtes; bei sehr hohen Oefen genügen $^{2}/_{3}$ und bei schottischen Oefen mit freistehendem Gestell und eisernem Mantel $^{1}/_{2}$ derselben.

Auf dem geebneten quadratischen Fundamente von etwa 32 Fuss Seite und an 10 Fuss Dicke mauert man dann

Eckpfeiler. 2) die Eckpfeiler *s* (Vierpass, Futtermauern) unter Aussparung der Canäle *f* bis dahin auf, wo Formgewölbe *y* und Arbeitsgewölbe *x* beginnen sollen. Um bei mehreren Formgewölben bequemer von dem einen zum andern zu gelangen, lässt man in den Pfeilern Gänge offen [z. B. Königshütter [3]) Hohöfen, Georg Marienhütte etc.]. In die Ecken des quadratischen Raumes legt man nun die Zirkeleisen *u* (Taf. I. Fig. 18), verbindet dieselben durch Zapfen und Zapfenlöcher oder besser durch ein Spielraum lassendes Winkeleisen (Georg Marienhütte) mit starken, wohl hohlen Balken *r*, bringt darauf bei *t* 3 Lagen feuerfester Steine, weniger ihrer Feuerbeständigkeit, als ihrer grösseren Festigkeit wegen, dann folgt ein durch einen Anker unterstützter Eisenbalken, darauf wieder 3 Steinlagen, dann ein Eisenbalken und zuletzt 3 Lagen Steine, welche mit dem Eisenkranz *v* bedeckt werden. Hierauf formirt man mittelst der Balken (Trachteisen) *w* und Ankerstäben die Decke der Form- und Arbeitsgewölbe *x* und *y*, lässt auch die

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 339.
2) Bericht über die erste Versammlung der Berg- und Hüttenmänner in Wien 1859. S. 107. Taf. 5.
3) B. u. h. Ztg. 1861. S. 337. Taf. 9.

Gewölbe wohl nur aus Mauerwerk ohne Trachteisen bestehen (Bussius' Hohofen, Georg Marienhütte). Die Gewölbe müssen so hoch sein, dass der Arbeiter bequem darin stehen kann. Es beträgt ihre äussere Weite etwa 15, die innere 9—9½ Fuss, die durchgängige Scheitelhöhe 13 Fuss und die Gewölbstärke 20—22 Zoll. Zuweilen ist vor dem Arbeitsgewölbe ein Blechmantel mit Esse angebracht, um das Dachgehölz gegen die Hitze zu schützen und die beim Ablöschen der Schlacken und Flossen sich entwickelnden Dämpfe abzuführen (Theissholz). Oberhalb des Zirkeleisens *u* und der Balken *r* macht man den Ofen, statt viereckig, rund. Auf dem untersten Trachteisen wird zunächst eine Schicht feuerfester Steine *t'* und dann

Rauhgemäuer.

3) das Rauhgemäuer (Mantel, Ofenstock) *p* mit der Verblendung (falsches Hemd) *q* bis oben zur Gicht aufgebaut und dabei in letzterem sowohl der vertikale Canal *f* nach oben fortgeführt, als auch kleine horizontale und vertikale, mit *f* communicirende Feuchtigkeitsabzüge *m'* angebracht, sowie auf die Verankerung *n'* und *o'* Bedacht genommen. Die Quadratanker werden durch Scheiben oder besser durch gemeinschaftliche Lascheneisen (S. 212) gesteckt und durch Keile angezogen; die Octogonalanker *n'* werden ähnlich, aber einzeln durch horizontale Schliessen gehalten. Wo das Rauhgemäuer innen konisch wird, bedient man sich zur Herstellung seiner Form einer um ihre Axe beweglichen Schablone.

Steinbeis empfiehlt, den Rauhschacht im Innern ganz cylindrisch aufzuführen, damit bei Ausdehnung des konischen Kernschachtes durch besseres Nachgeben der porösen Massen in der Füllung der Mantel nicht afficirt werde. Zu Theissholz[1]) hat man den auf diese Weise im Rauhgemäuer entstandenen hohlen Raum, welcher ein schnelles und gleichmässiges Austrocknen des ganzen Ofens bewirkt, offen gelassen, also nicht mit Füllung versehen.

Zweckmässig mauert man bei Aufführung des Rauhgemäuers die ersten 3—4 Fuss von innen nach aussen ra-

1) Rittinger's Erfahrungen 1855. S. 37.

dial aus Ziegelsteinen und lässt statt der Abzüge ve
Fugen zwischen den Steinen, während die horizontale
gen in Lehmmörtel gelegt werden. Hierdurch wir
Druck des Kernschachtes weniger schädlich gemacht u
Fortpflanzung der Wärme durch die stehende Luft i
Fugen verringert. Diese Construction hat sich z. B. zu
stadt [1]) sehr bewährt. Die äussere Hälfte des Mauer
setzt man in Kalk etc., die innere in Lehmmörtel.

In Schweden [2]) besteht das Rauhgemäuer wol
Erdzimmerung; der Kernschacht ist von Erde um
und diese wird durch ganze Holzschrotzimmerung zusa
gehalten.

Gichtmantel.

4) Gichtmantel, Gichtthurm, Esse, zum S
gegen Wind. Entweder nach Vollendung des Rauhgem
oder erst nach dem Einbau des Gestelles und der Rast
man eine 9—10 Fuss hohe Esse p' um und über der
mündung auf, welche gewöhnlich innen aus feuerfeste
äusserlich aus gewöhnlichen Ziegeln besteht und gehöri
ankert wird. Auch stellt man den Gichtmantel aus
blech mit einem inneren sechszölligen Ziegelfutter her
bertushütte in Oberschlesien). Der Gichtmantel e
die mit Thüren versehenen Chargiröffnungen q'.
Raum um den Gichtmantel herum nicht hinreichend
mig, wie meist bei den Kokshohöfen, so bringt man e
einem Geländer s' versehenes hervortretendes Gesin
und bedeckt die Plateformen mit geriffelten gussei
Platten. Liegen mehrere Hohöfen neben einander, s
bindet man ihre Gichten zweckmässig mit Gichtbrü
bringt auf denselben zwischen je zwei Oefen die Gich
züge (S. 166) an und schafft mittelst einer Wendel
den Zugang zu sämmtlichen Ofengichten. Derartige z
mässige Einrichtungen finden sich z. B. zu Hörde (S.
Gicht und Gichtbrücke sind zuweilen durch ein Dach
die Witterung geschützt (Schweden) und die Gichtt
mit Funkenblechen oder Regenklappen versehen.

---

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 332; 1862. S. 86.
2) Karst., Eisenhüttenkunde. Taf. XIX. Fig. 5, 6.

Innere Ofentheile.

Nachdem das Rauhgemäuer entweder schon während des Aufbaues durch eine Feuerung im Fundament abgewärmt worden oder dies erst nach der Vollendung einige Monate lang geschehen ist, — indem man die Gicht bedeckt, sämmtliche Gewölbe verloren zumauert und nur eine Oeffnung **im Arbeitsgewölbe** mit einem Wärmeofen in Verbindung **bringt, — schreitet** man zum Ausbau der innern Ofentheile, **und zwar zunächst:**

Kernschacht.

1) des Kernschachtes (Schachtfutter). Entweder **erhält** der Ofen nur ein vom Rauhgemäuer mit falschem **Hemd** durch eine Füllung getrenntes Schachtfutter (Bussius' Ofen, Georg Marienhütte, Hörde) oder man führt auf der Bank *t'* zunächst aus feuerfesten Ziegeln mittlerer Qualität den Füllschacht (äusseres Schachtfutter) *o* nach einer Chablone bis zur Gicht hin auf, indem man einen mit porösen, schlechten Wärmeleitern (Schaumschlacken, lufttrockne oder gebrannte Ziegelbrocken etc.) zu füllenden Zwischenraum (Füllung) *m* lässt. Unnachgiebige Füllmaterialien (festgestampfter Sand, Thon etc.) veranlassen trotz solider Verankerung leicht ein Reissen des Gemäuers. Nach Vollendung des Füllschachtes schreitet man zur Herstellung des innern Kernschachtes *n* nach einer Chablone *u'*, indem man abermals eine Füllung anbringt und dieses innere Schachtfutter auf dem Eisenkranz *v* ruhen lässt. Zunächst mauert man die feuerfesten Ziegeln *v'* cylindrisch auf und bedient sich von da an, wo die Rast beginnt, beim Mauern nach oben der Chablone. Zuweilen lässt man den obersten Theil des Kernschachtes aus einem gusseisernen Mantel bestehen, welcher zur Verhütung des Wegschmelzens der Gichtfänge beim Ausblasen des Ofens gekühlt wird. Neueren schwedischen Oefen hat man zur Beförderung des Austrocknens 3 Füllungen und 2 Füllschächte gegeben, während man auf westphälischen Hütten, z. B. zu Hörde, zur Johanishütte etc. nur eine Füllung zwischen Kernschacht und dem mit einem falschen Hemd versehenen Rauhgemäuer ausreichend gefunden hat. Die Mündung des Ofenschachtes nennt man Gicht, dessen weitesten Theil Kohlensack oder Bauch. Selten weicht die Axe des Kernschachtes vom Lothe ab (rücksässige Oefen), um ein gleichmässiges Niedergehen der Gichten zu veranlassen.

Zustellen. Nach Vollendung des Kernschachtes wendet man sich zum Zustellen des Ofens, d. h. zur Herstellung

Gestell. 2) des Gestelles, welches ein Stein- oder Massengestell sein kann.

Steingestell. a) Gestell aus natürlichen oder künstlichen feuerfesten Steinen (Bd. I. S. 351). Man stampft auf der Ziegelmauerung über dem Andreaskreuz eine 2 Zoll starke Lage Sand oder Lehm auf und bringt darauf, oder nachdem man zuvor noch 3 Chamottesteinlagen und auf diese eine einzöllige Sanddecke gebracht hat, den Sohlstein *i* gut in die Mitte und centrisch, entweder in Gestalt eines natürlichen Steines (Puddingstein, Sandstein etc.) von 1—3 Fuss Dicke oder in mehreren zusammenzufügenden künstlichen Steinen, welche man bei runder Form in concentrischen Ringen zusammenstellt, bei etwa 3 Fuss Dicke und 10 Fuss Durchmesser mit eisernen Bändern umgibt und nach der Arbeitsseite hin soweit verlängert, dass der Sohlstein mit der Aussenseite des Wallsteins abschneidet. Der Sohlstein muss so hoch liegen, dass nach theilweisem Wegfressen das flüssige Eisen hinreichenden Fall nach der Hüttensohle zu erhält. Gewöhnlich liegt er horizontal; auf schwedischen Hütten zuweilen nach hinten etwas geneigt, um nicht alles Roheisen ablaufen und ihn erkalten zu lassen. Um den Bodenstein herum mauert man wohl noch einen Mantel von feuerfesten Steinen, welcher, durch eine Füllung davon getrennt, an der Arbeitsseite offen ist, um zum Bodenstein gelangen zu können, zu welchem Zwecke man auch wohl vor demselben an der Arbeitsseite nur lose Mauerung aufführt (Bussius' Ofen S. 217). Auf den Bodenstein bringt man hinten und an den beiden Seiten die erste Lage Gestellsteine *k*, so dass sie entweder einen Kreis oder ein Oblongum einschliessen, führt ausserhalb derselben unter den Gewölben bis zu ihrer Höhe eine Bekleidung *z* von feuerfesten Ziegeln auf und füllt den dazwischen gelassenen Raum mit schlechten Wärmeleitern aus. Die Fugen zwischen den Gestellsteinen vergiesst man sorgfältig mit feuerfestem Mörtel. Hierauf bringt man in parallelen Kränzen die übrigen Lagen Gestellsteine bei gleichzeitiger Vollendung der Bekleidungen, Füllungen und übrigen Theile der Hinterwand unter den

Gewölben an. Die untersten Steine lässt man am besten bis zur Formhöhe aus einem Kranz bestehen; die Formsteine enthalten die Oeffnungen *r'* für die Formen. Wendet man gebrannte feuerfeste Ziegel an, so sind die einzelnen Formen derselben mit Buchstaben oder Nummern bezeichnet, je nach dem Halbmesser des betreffenden Ofenquerschnittes.

Die Steine an der Hinterwand des Gestelles nennt man Rücksteine, Rückknobben, Hinterknobben, die an den Seitenwänden Backenstücke, und zwar unterscheidet man, wenn ein Backenstück aus 2 einzelnen Steinen besteht, Vorder- und Hinterbacke. Die Formsteine, selten überhängend, enthalten die Form; ihnen gegenüber liegen die Windsteine. Den über der Form liegenden Theil des Ofenraumes unter der Rast nennt man Ober-, den darunterliegenden Untergestell; an letzterem unterscheidet man noch Vorder- und Hintergestell.

Während nun die Vorder-, Arbeits- oder Brustseite des Gestelles noch offen bleibt, beginnt man mit gleichmässiger Aufmauerung der Rast *l* aus feuerfesten Steinen, an allen 4 Seiten hinter derselben einen Raum lassend und diesen allmälig ausfüllend. Die Rast muss sich mehr oder weniger scharf in den Kernschacht verlaufen. Zu Königshütte[1]) in Oberschlesien hat man bei kleineren Raststeinen, welche viel Fugen geben, die Erfahrung gemacht, dass letztere ein leichteres Wegschmelzen der Steine veranlassen und dadurch ein häufiges Nasen der Form.

Oefen mit offener Brust.

a) Bei Oefen mit offener Brust schliesst man jetzt den oberen Theil der Vorwand des Gestelles durch Tümpel- oder Timpelsteine, indem man zunächst den unteren Stein *a'* von aussen nach innen, dann den zweiten Stein *a''*, durch einen Flaschenzug gehoben, von innen nach aussen an seine Stelle bringt, die Fugen, wenn nöthig, mit trocknem Mörtel versieht und nach oben den noch offenen Raum mit kleineren feuerfesten Steinen (Gemeinstücke) schliesst. Da die Tümpelsteine durch die Hitze von innen, die Abkühlung von aussen und das Gezähe viel auszuhalten haben, bekleidet man sie an der Vorderseite mit einer starken,

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 394.

zuweilen aus 2 Theilen zusammengeschrobenen und fes
gekeilten Gusseisenplatte (Tümpelblech) *b'* und an de
untern Seite durch ein ebenfalls festgekeiltes Winkeleisen (
oder eine Schmiedeisenplatte (Tümpeleisen, Tümpe
platte). Zuweilen macht man diese Platten aus dicke
Eisenblech hohl und lässt in ihnen Wasser circuliren [1]) ode
kühlt den Tümpel durch Traufwasser in 3—4 treppenartige
Abtheilungen [2]) (Wassertümpel, S. 218). Wie bereit
(S. 216) bemerkt, kühlt man bei freistehenden Gestelle
auch Herd und Rast von aussen durch Wasser.

Die schwedischen Oefen haben statt eines Tümpe
steines zu unterst ein Tümpeleisen, entweder hohl und m
Luft- oder Wasserkühlung versehen, oder massiv von Gus
eisen 4 — 8 Zoll stark, oder 2 Zoll dick und 6 Zoll hoc
von Schmiedeisen.

Die Schliessung des Unterherdes (Eisenkasten) durc
den Wallstein, (Dammstein, Damm) *d'* geschieht er
nach dem Abwärmen des Kernschachtes, kurz vor dem A
blasen des Ofens in der Weise, dass man denselben auf de
Sohlstein zwischen die Backenstücke schiebt und die Fuge
mit feuerfestem Mörtel verstreicht. Eine der unteren Ecke
des Steines ist auf etwa 3 Zoll Breite und 4 Zoll Höhe wegge
nommen, um als Stichöffnung *f'* zu dienen. Zum Schut
des Wallsteins bekleidet man ihn mit einer 3/4 Zoll dicke
Gusseisenplatte *e'* (Wallsteinplatte, Schlackenplatte
welche eine der Abstichöffnung entsprechende Oeffnung, sowi
eine Nuth (Leiste) mit Löchern enthält, welche die Schlacken
leiste (Leistenblech, Leistenplatte) *g'* von Gusseise
in senkrechter Stellung hält, wozu auch mehrere in de
Mauerpfeiler eingelassene horizontale Eisenstäbe *h'* diene
Zwischen dieser Platte und dem Mauerpfeiler wird aus Ge
stübbe oder Sand eine Rinne (Leisten, Gosse, Massel
graben) zum Schlackenabfluss hergestellt. Die sich über de
Wallstein erhebende Platte hat einen Ausschnitt, durch welche
die Schlacke von selbst ausfliesst; wird sie abgezogen, s
ist die Wallsteinplatte mit der Oberfläche des Wallsteins eg

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 456; 1862. S. 88.
2) Tunner, Bericht üb. d. Lond. Ind.-Ausstell. v. 1862. S. 32.

und es fehlt wohl die Schlackentrifft, z. B. bei manchen Holzkohlenöfen. In der Schlackenleiste befinden sich mehrere Löcher *i'*, in die man eine gekrümmte Eisenstange stecken kann, auf welcher beim Abstechen das Gezäh ruht.

Hat der Wallstein nicht die Form eines Dreiecks, sondern ist er oben platt, so versieht man ihn auch hier mit einer Eisenplatte (Schlackenblech) zum Schutz gegen das Gezäh. Kommt derselbe vor dem Sohlstein zu stehen, so muss er tiefer in die Hüttensohle eingelassen und die vertikale Wallsteinplatte noch durch eine schräge gestützt werden. Eine hohlgemachte Wallsteinplatte kann durch Wasser gekühlt werden [Neustadt[1])]. Fig. 74 auf Taf. III. weist die Herdeinrichtung eines Kokshohofens zur Johannishütte bei Duisburg nach.

Hohöfen mit 2 Vorherden[2]) kommen wegen der damit verbundenen leichten Abkühlung des Untergestelles nur bei grossen Productionen vor (Schlesien, Böhmen, RACHETTE's Ofen, ALGER's Ofen).

Beispiele.

Eine auf den Oberharzer Hütten übliche Zustellungsmethode ergeben Fig. 24 und 25 auf Tafel II.: *A*. Kreuzgewölbe. *B*. Fundament auf demselben. *a* Rauhgemäuer mit Lehmmörtel. *b* Sandstein. *c* gusseiserne Geschlingeisen. *d* inneres Formgewölbe. *e* äusseres Formgewölbe. *f* gusseiserne Trachteisen. *g* dergleichen, breiter. *h* Sandsteinmauer, *i* rauhe Mauer mit Lehmmörtel. *k* Kreuzcanäle. *l* Barnsteinmauer mit Lehmmörtel. *m* gusseiserne Deckplatten. *n* festgestampfter Sand. *o* hochkantig und lose aufgestellte Barnsteine ohne Mörtel. *p* Bodenstein. *q* erste Formsteinlage. *r* zweite Formsteinlage. *s* dritte Formsteinlage. *t* vierte Formsteinlage. *u* Hinterknobben. *v* Rast von Sandsteinen. *w* gusseiserne Zirkeleisen. *x* Kernschacht aus Sandsteinen. *y* trockne Thonschiefermauer. *z* Füllung aus Sand und Abfällen von Sand- und Barnsteinen. *a'* erster, *b'* zweiter, *c'* dritter Tümpelstein. *d'* gusseiserne Tümpelplatte. *e'* geschmiedete Keile zum Festkeilen der Tümpelplatte. *f'* gusseisernes Tümpelblech. *g'* gusseiserne Trachteisen. *h'* Wallstein.

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 332.
2) KARSTEN's Eisenhüttenkunde. III, 62. Taf. 15. Fig. 15, 16.

i' vordere, *k'* hintere Formöffnung. *l'* Vertiefung zur Be
gung der Wallplatte. *m'* mit Lehm aufgeführte Mauer b
dem Gestell aus Barnstein- und Sandsteinstücken. *n'* Ab
o' Arbeitsgewölbe.

Zur Vermeidung der Uebelstände, welche mit dem
schöpfen des flüssigen Roheisens aus dem Herd verbu
sind — Abkühlung, häufiges Durchblasen, wobei kalte
in den Ofen tritt und die heissen Ofentheile ruinirt,
störung des Bodensteins und dadurch Beförderung der
satzbildung, Rücken der Gichten und dadurch Veranlas
von Rohgang etc. — wendet man häufig, wie zu Königsh
am Harz (Taf. II. Fig. 28) einen Schöpfherd[1]) an, e
zur Seite des Wallsteins oder hinter dem verlängerten W
stein *a* gelegenen und mit dem Vorherde *b* seitlich d
einen Canal *c* communicirenden gemauerten oder aus f
fester Masse aufgestampften Tiegel *d*, in dem dann Schl
und Eisen gleich hoch, wie im Vorherd, stehen; *e* Tür
f innerer Herd. Zum Zusammenhalten der Wärme
die flüssige Masse mit Kohlenlösche bedeckt. Scha
gewordene Stellen lassen sich mit feuerfestem Thon l
repariren, nachdem die Schmelzsäule im Gestell abgefa
und Vor- und Schöpfherd von Ansätzen gereinigt wo
Der Canal zwischen letzteren beiden Herden muss so
sein, dass mit dem Roheisen auch eine hinreichende S
ckenmenge in den Schöpfherd tritt. Man nennt diese
richtung auch wohl Schöpftiegel und bezeichnet dann
Schöpfherd einen dem eigentlichen Vorherd gegenüber lie
den, mit dem Ofeninnern durch einen mehrere Zoll h
Spalt communicirenden Herd.

Schöpfherd.

Namentlich wenn grössere Mengen Roheisen verge
werden sollen, wendet man Stichherde[2]) an, bei wel
man das flüssige Roheisen unter der Schlacke zeitw
durch einen verschliessbaren Stich im Wallstein[3]) in e
davor befindlichen Tiegel ablässt. In Belgien vermit

Stichherd.

1) Karst. Arch. 2 R. IV, 419; V, 508; VII, 191. — Karsten, E
hüttenkunde. V, 86. Taf. 15. Fig. 13 und 14.
2) Karsten, Eisenhüttenkunde. V, 104. Taf. XX. Fig. 4—8.
3) Ibid. S. 88. Taf. XVII. Fig. 7—9. — Karst. Arch. 2 R. XIV

man die abkühlende Wirkung der Vorherde wohl dadurch, dass man den Raum unter dem Tümpel mit Thon auspatzt und, sobald die Schlacke bis zur Form gestiegen ist, die Patzen durchsticht und die Schlacke herausholt.

β) Oefen mit geschlossener Brust (Blauöfen). Die beim Einbau von Gestell und Rast in der Vorderwand über dem Sohlstein gelassene Oeffnung (Brust) von etwa 14—15 Zoll Breite und 3 Fuss Höhe wird zunächst durch zwei Backen- oder Schlusssteine, welche einen 5—7 Zoll breiten Spalt zwischen einander lassen, und einen Auflagstein über denselben geschlossen, der Raum darüber vermauert und die entstandene 2 Fuss hohe, 5 — 7 Zoll breite und 1½ Fuss tiefe Gasse (Schienel *A*) mit 3 abwechselnden Lagen von fettem (Taf. II. Fig. 32, 33) und magerem Thon so geschlossen, dass zu unterst eine schwache Lage fetter, zu oberst eine stärkere Lage magerer Thon sich befindet. In der untersten mageren Thonschicht wird, wenn das Eisen abgelassen werden soll, demnächst der Eisenstich *n* ausgespart, in der zweiten mageren, von einer fetten getrennten Thonschicht darüber der Schlackenstich *o* angebracht, sobald die Schlacke bis an die Formmündung gestiegen ist, und in der obersten mageren Thonschicht oberhalb des Formniveaus während der Nacht eine kleine Oeffnung (Lichtloch) *p* eingestossen, durch welche eine zur Beleuchtung, zur Beobachtung der Leuchthitze etc. im Schmelzraume dienende Flamme hervorbricht.

Blauöfen

Eine andere Zustellungsmethode besteht darin, dass man die Brust völlig schliesst und in einem besonderen Schlussstein *a* neben einander in verschiedenem Niveau zu unterst den Eisenabstich *b* und darüber den Schlackenabstich *c* anbringt (Taf. II. Fig. 30, 31). Zu oberst befindet sich das Lichtloch *d*. *e* Form.

Nach dem Schliessen der Brust richtet man unter dem Arbeitsgewölbe *f* auf einer mit grobem und feinem Schlackensand überdeckten, zuvor mit Thonbeschlag versehenen Ziegelsohle das mit einem 2 Zoll hohen Rande versehene Flossenbett *g* zur Aufnahme des flüssigen Roheisens her. Auch bestehen wohl nur die Seitenwände und der Wall dieser Form aus Schlackensand oder aus gerippten Eisenplatten.

Beispiele. Zu Mariazell[1]) und St. Stephan[2]) hat man d Eisenabstich *a* an die Vorderseite und den Schlackenabstich an die Rückseite des Ofens gelegt (Taf. II. Fig. 34), um Formplatz beim Eisenabstich zu gewinnen, die Arbeiter v dem Schwefelwasserstoffgas zu schützen, welches beim Begi sen der Schlacken mit Wasser sich entwickelt, und die A weitung des Eisenkastens nach einer Seite hin zu verringe Dadurch, dass man auch auf der Rückseite noch einen Eis abstich *c* anbringt, lässt sich das Abwärmen des Bodenste erleichtern, indem man vor dem Einrücken der Erze Gestell etwa 15 — 20 leere Gichten nach vorn und na rückwärts ausblasen lässt und dadurch Ansatzbildungen v meidet.

Ein 5förmiger Blauofen auf Radwerk Ritter von Frid zu Vordernberg hat nachstehende Einrichtung (Taf Fig. 32): *a* Bruchsteinmauerung auf einem Ziegelgewöl *b* durch mehrere Zungen getheilter Raum zur Luftcirculati *c* 3 Eisenplatten, 3 Zoll stark, 7 Zoll lang und jede 2 F 4 Zoll breit. *d* 4 Zoll dicke Lage Quarzmasse. *e* Kranz Serpentinstein aus 1 Theil Blanskoer Thon und 4 Thei Serpentinmehl hergestellt. *f* Sohlstein aus Masse. *g* Serpent steine, 4 Zoll dick, 24 Zoll lang, hinten 10 Zoll, vorn 6 Z breit (auf andern Hütten zu Vordernberg nimmt man S pentin zum Gestell und bei saureren Beschickungen Sandst wie zum Gusswerk St. Stephan). *h* Kernschacht aus 2 F langen Talkschieferplatten und Magnesitziegeln (I. 36 *i* Füllung aus 4 Zoll starker, luftdicht eingestampfter Qua masse. *k* Gasabfang, aus welchem zwei 10zöllige Röh zu den Röstöfen, eine 20zöllige zum Dampfkessel und e vierte in den Gichtmantel zur Ableitung der übersch sigen Gase führt. *m* fette Thonlagen im Schienel *A* (Fig 3 *n* Eisenabstich. *o* Schlackenabstich. *p* Lichtloch im mage Thon. Die Formen liegen 22 Zoll über dem Sohlstein.

Die neueren Neuberger Oefen haben ein freistehen Gestell mit auf Säulen ruhendem Rauhschacht.

1) Rittinger's Erfahrungen. Jahrg. 1854. S. 44. — Hartmann, Fo schritt. I, 116.

2) Leoben. Jahrb. 1860. IX, 285.

Die schwedischen Hohöfen mit ihrem starken Tümpeleisen (S. 226) haben einen sehr kurzen Vorherd und nähern sich dadurch den Oefen mit geschlossener Brust.

b) Gestelle aus aufgestampftem Thon (Masse). Massengestel

Die Massengestelle, in England, Frankreich, Deutschland etc. häufig statt der Steingestelle angewandt, können vor letzteren nachstehende Vorzüge gewähren: gute Gestellsteine sind meist nicht so leicht zu haben, wie Masse, und werden leichter gestört durch Wegschmelzen, Zerspringen, Schwinden etc.; dem Gestell lässt sich jede beliebige Form geben, während Steine, wenn sie nicht geformt sind, bei z. B. runden Gestellen einer kostspieligen Behauung bedürfen; die Ausweitung geschieht viel gleichmässiger, weshalb man die Massengestelle gleich von Anfang an weiter machen kann, wodurch die Oefen früher auf den Normalsatz kommen und an Brennmaterial gespart wird. Der aus Masse gestampfte Bodenstein lässt sich leichter repariren; man vermeidet die Fugen, welche sonst gewöhnlich die erste Veranlassung zur Erweiterung des Gestelles geben. Die Kosten richten sich nach localen Verhältnissen. Der Nachtheil der Massengestelle, dass ihre Anfertigung längere Zeit erfordert, also der Hohofen länger kalt steht, als bei Steingestellen, wird zum Theil dadurch ausgeglichen, dass der Ofen bei ersteren rascher in normalen Gang kommt.

Von der Zusammensetzung und Zubereitung der Masse aus Thonmehl, Quarzsand, Chamotte etc., war Bd. I. S. 363 die Rede. Beim Aufstampfen, welches von Le Blanc[1]) und Becker[2]) näher beschrieben ist, wird zunächst das Mauerwerk mit einem dünnen Thonbrei übergossen, die Masse, — welche auf den Oberharzer Hütten, wenn sie so weit angefeuchtet ist, dass sie sich eben ballt, noch mit etwas trockner Masse gemengt wird — zur Bildung des Sohlsteins etwa 5 Zoll hoch aufgetragen, erst mit den Füssen, dann mit angewärmten eisernen Stössern von 1 — 2 Quadratzoll Grundfläche zu einer ¾—1 Zoll starken Schicht festgestampft, diese oberflächlich rauh gemacht und wiederholt neue Lagen

1) Dessen Eisenhüttenkunde, deutsch v. Hartmann. 1839. I. 37.
2) Preuss. Ztschr. II, 126.

bis zur erforderlichen Höhe des Sohlsteins aufgebracht. Nachdem derselbe geebnet, wird der Mittelpunct ausgelothet und nach Chablonen, die wohl aus einzelnen Brettchen bestehen, Gestell [Königshütte[1]) in Oberschlesien], zuweilen auch Rast und Tümpel [Hubertushütte[2]), Gittelde], sowie Wallstein [früher zu Königshütte[3])] aufgestampft. Die Formöffnungen werden ebenfalls durch umgestampfte Modelle gebildet. Bei Blauöfen nimmt man zu den Stichsteinen natürliche Steine. Nach beendigter Operation werden die Modelle meist zerschlagen und in Stücken herausgezogen, worauf man die Masse nachputzt.

Beispiele.

Das Massengestell der Gittelde'schen Hütte am Harz (I. 364) hat nachstehende Einrichtung (Taf. II. Fig. 26, 27): *a* Masse, für die inneren Theile aus 4, für die äusseren aus 5 Volumen Quarz und 1 Vol. Thon bestehend. *b* Rauhgemäuer. *c* Fundament. *d* Form. *e* Herd. *f* Wallstein. *g* Tümpeleisen, als Lager für das Tümpelblech *h*. *i* desgleichen zum Schutze der Seiten der Herdöffnung. *k* schmiedeiserne Stäbe zum Tragen der hinter dem Tümpel liegenden Gestellmasse. *l* Sandstein zum Festlegen der Form.

Zur Zeit stellt man auf den Oberharzer Eisenhütten sehr dauerhafte Massengestelle aus Eisdorfer Sand her; schon früher einmal hat man dazu theilweise mit Thonwasser angefeuchteten Quarz[4]) von Schulenberg verwandt.

Zur Königshütte[5]) in Oberschlesien wird die Masse auf der mit Gichtsand, als schlechtem Wärmeleiter, beschütteten Eisenplatte aufgestampft, welche das Andreaskreuz bedeckt. Die den Boden bildende Masse besteht aus 2 Thon und 1 Chamotte; zum Gestell nimmt man das umgekehrte Verhältniss, als grössere Feuerbeständigkeit herbeiführend.

Conservirung der Gestelle.

Zur Conservirung der Gestelle trägt besonders bei: die Feuerbeständigkeit des Baumaterials, die Kühlung von Gestell, Rast, Tümpel und Wallstein und besonders die rich-

1) B. u. h. Ztg. 1861. Taf. 12. Fig. 1, 2.
2) Hartmann, Fortschr. V. 97.
3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 392.
4) Stünkel, Eisenbergwerke und Eisenhütten am Harz. 1803. S. 125.
5) B. u. h. Ztg. 1860. S. 392.

tige Beschaffenheit der Beschickungen. Sind dieselben sauer, so wählt man am besten ein kieselerdereicheres Ofenbaumaterial (I. 351), wie Sandstein, Puddingstein, Glimmerschiefer, Masse oder gebrannte Ziegel etc.), bei basischer Schlacke mehr kieselsäureärmere Materialien, wie z. B. Serpentinfels (I. 354). Beim Betrieb mit kalter Luft und strengflüssiger Beschickung conservirt sich das Gestell gut, wird aber sehr stark angegriffen bei heissem Wind und leichtflüssigen Eisensteinen, z. B. Kohleneisenstein, und zwar pflegen bei geringerer Production die Einwirkungen weniger heftig zu sein, als bei grösserer. Während einerseits heisse Luft die Ansatzbildung im Herde und vor den Formen verhütet (I. 639), so werden in Folge der durch dieselbe herbeigeführten grösseren Hitze beim Heranreichen des Schmelzprozesses bis an die Formen die Gestellwände stärker oder schwächer angegriffen, je nachdem dieselben mehr oder weniger gekühlt sind und die Beschickung mehr oder weniger Kalk enthält. Eine wenig basische, glasige Schlacke [1]) frisst stärker im Herde, als eine kalkreichere steinige; bei zu grossem Kalkgehalt bilden sich leicht Ansätze, weshalb man zweckmässig bei längerem Betriebe mit basischer Schlacke einige Tage den Kalkgehalt vermindert.

Dufournet [2]) verwendet mit Erfolg zur Aussetzung des Eisenkastens Steine von verschiedener Beschaffenheit und Grösse (z. B. Sandsteinquader und Ziegeln), welche, wenn sie z. B. bei sauren Schlacken angegriffen sind, sich bei basischen Schlacken wieder ergänzen.

Am leichtesten werden Boden-, Wall- und Tümpelstein zerstört. Beim Weggehen des Bodensteins [3]) theils durch die geschmolzenen Massen, theils durch den Zutritt des Windes in das beim Abstechen entleerte Gestell, theils auf mechanischem Wege beim Schöpfen des Roheisens und Ausräumen der Ansätze wird der Herd zu tief, was die Arbeit in demselben erschwert. Noch nachtheiliger ist die Zerstörung des Wallsteins, dessen Reparatur immer viel

1) B. u. h. Ztg. 18[illegible]. S. 243. — Berggeist 1859. S. 91.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 342.
3) B. u. h. Ztg. 1859. S. 399, 401.

Zeit in Anspruch nimmt. Eine zweckmässige Kühlu
für diese Ofentheile besteht nach PETERS[1]) darin, da
unter Verengung der untern Ofentheile Wasserbassins
Formseiten anbringt, welche in der dem Gestell zugel
Wand der Formgewölbe von deren Boden bis etwas
halb des Stichlochniveaus gehen. Indem nun das
durch die Fugen des Gemäuers nach innen bis in di
der Gestellwände und des Wallsteins dringt, werd
unteren Theile des Gestelles, der Wallstein und das
loch fortwährend gekühlt. Erhöht sich bei einem
andauernden hitzigen Ofengang die Schmelzzone se
kann eine Zerstörung der Rast[2]) und des Kernsc
leichter eintreten.

Gichtgasfang.

3) Herstellung des Gasfanges in der Gicl
Gichtgase entweichen nur selten noch (I. 208) unbenu
der Gicht (auf englischen Hütten häufiger), sondern
aufgefangen und zu verschiedenen Zwecken benutzt (

Nach TRURAN[3]) muss das Gasableitungsrohr
des ganzen Gichtquerschnittes enthalten, weil die Gas
mit der Geschwindigkeit abziehen, mit der sie de
entströmen, nämlich mit 32 Meter pro Secunde bei
Gichten, bei weiten mit um so weniger, je weiter di
im Verhältniss zum Kohlensack ist. Da man meist nur
der entwickelten Gase benutzt, so ist ein kleineres
rohr, als oben angegeben, genügend.[4])

Erfordernisse eines Gasfanges.

Die Construction des Gichtgasfanges muss gesta

a) eine möglichst vollständige Auffangu
Gase ohne Beeinträchtigung des Ofengange
neueren Bestrebungen (I. 313) sind in dieser Be
darauf gerichtet gewesen, die Gase gleichmässig ü
ganzen Querschnitt der Gicht und in solcher Höhe zu
dass die Wärme derselben im Ofen hinreichend au
ist. In dieser Beziehung empfehlen sich besonders

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 243.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 400.
3) B. u. h. Ztg. 1857. S. 220; 1862. S. 81.
4) v. MAYRHOFER, Berechnung der Menge und Geschwindi
Gichtgase etc. Oesterr. Ztschr. 1861. No. 11.

Methode[1]), am häufigsten in England angewandt (I. 313; III. Taf. III. Fig. 62, 63); CROCHANE's Methode[2]), der vorigen ähnlich; WEEBER's Methode[3]), STEIN's Methode (I. 315), LANGEN's Methode[4]) etc.

Neben diesen Constructionen findet man, namentlich in Deutschland, in die Gicht eingehängte Cylinder, welche im Innern mit der Charge versehen werden, während sich hinter denselben die Gase ansammeln (I. 311; III. Taf. II. Fig. 32, 42; Taf. III. Fig. 72).

Derartige Vorrichtungen, zuerst auf dem Hüttenwerke Le Creuzot in Frankreich angewandt, haben sich bei engen Gichten, z. B. in Holzkohlenöfen, wohl bewährt, bei weiteren aber findet, wie z. B. Versuche zu Neustadt und auf englischen Hütten (I. 311) erwiesen haben, eine zu starke Ableitung der Gase nach der Peripherie hin und in Folge dessen eine unvollständige Vorbereitung der Erze statt. Aber auch bei engeren Gichten hat man neuerdings mehrfach [Siegen[5]), Oberharzer Eisenhütten] den leicht zerstörbaren eisernen Cylinder ganz weggethan und lässt die Gase unterhalb der Gichtmündung durch einen ringförmigen Schlitz im Kernschacht in einen mantelförmigen Raum und von da in die Gasabführungsröhre strömen (Taf. II. Fig. 35, 36): *a* gusseiserner Ring, 8 Zoll breit, 4½ Zoll hoch und mit Stollen *b* von 2—3 Zoll Höhe und 8 Zoll Breite versehen, zwischen denen die Schlitze *c* sich befinden. *d* mantelförmiger Raum zur Aufnahme der Gase. *e* Gasableitungsrohr. *f* gusseiserne Gichtbelegplatten. Diese Vorrichtung ist einfacher, dauerhafter und um die Hälfte billiger, als eine solche mit eingehängtem Cylinder.

Soll bei weiteren Gichten letzterer beibehalten werden,

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 107; 1862. S. 245. — HARTMANN, Fortschr. II, 187; IV, 90. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1859. No. 1.

2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 407; 1862. S. 261.

3) Bericht über die erste Versammlung d. Berg- und Hüttenmänner in Wien 1859. S. 67.

4) Berggeist 1861. S. 520. — TUNNER, Ber. über die London. Ind.-Ausstell. v. 1862. S. 38. — DINGL. Bd. 165. S. 25 (mit Zeichnung).

5) Schles. Wochenschr. 1861. No. 32.

so lassen die von EBELING[1] und BUSSIUS (S. 218) angegebenen Vorrichtungen eine gleichmässige Gasableitung zu.

In England bedient man sich bei Oefen mit weiten Gichten mit bestem Erfolge in die Mitte der Gicht eingehängter Eisenglocken oder gemauerter Cylinder, aus welchen die Gase nach oben durch ein Rohr abgeleitet werden. Derartige Constructionen sind von COINGT (I. 313), DARBY[2]) (I. 312), SCHÄFFLER (I. 311), SMITH u. A. ausgeführt. Zu Ulverstone[3] hat man wegen der geringen Dauer alles eisernen Einbaues etwa 8 Fuss unter der Gicht ein Gerippe von 6 einfachen Ziegelbogen *a* (Taf. III. Fig. 65) eingesetzt, welche am Scheitel in der Mitte einen 4 Fuss weiten, mit einem feuerfesten Mantel versehenen Blechcylinder *b* tragen. Derselbe mündet oberhalb der Gicht in ein 4 Fuss weites, auf dem Gichtmantel *f* ruhendes Ableitungsrohr *c* aus Eisenblech und hat im Gichtniveau einen Schieber zur Regulirung des Gasstromes. Das Chargiren geschieht an der Peripherie durch 6 Oeffnungen *d* im Gichtmantel zwischen den Ziegelbogen mit einfachen hölzernen Karren.

Während bei den vorhin erwähnten Gasfängen die Gicht mit einem blechernen oder gusseisernen Deckel, am besten in einem Wasserverschluss, bedeckt gehalten wird ausser der Chargirzeit, so hat sich bei der letzteren Einrichtung eine neben dem Cylinder offene Gicht[4] als erforderlich erwiesen, indem alsdann kein Gegendruck stattfindet.

Auf schwedischen Hütten hat man selbst bei neueren Hohöfen[5]) die alte Methode der Ableitung der Gase in grösserer Tiefe unter der Gicht durch eine oder mehrere Oeffnungen im Kernschacht beibehalten (I. 310).

b) ein zweckmässiges Verfahren beim Chargiren. Es findet ein regelmässigerer Ofenbetrieb statt, wenn

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 161.

2) DINGL. Bd. 161. S. 355. — HARTMANN, Fortschr. V, 160. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 268.

3) TUNNER's Bericht über die London. Ind.-Ausst. v. 1862. S. 31. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 379. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 11

4) TUNNER c. l. S. 31. — HARTMANN, Fortschr. V, 165.

5) B. u. h. Ztg. 1863. S. 211.

beim Einbringen der Materialien in den Ofen die feineren Theile des Brennmaterials und Erzes an der Peripherie, die gröberen mehr in der Mitte des Schachtes zu liegen kommen, als umgekehrt, weil die im Ofen aufsteigenden Gase das Bestreben zeigen, zumeist am Rande des Ofens zu entweichen und die kleinen Erze am leichtesten vorrollen, was immer nach der Mitte zu stattfindet. In dieser Beziehung sind die Vorrichtungen unvortheilhaft, bei denen die Materialien aus einem am Boden zu öffnenden Gichtwagen in der Mitte der Gicht zu einem Haufen aufgestürzt werden, weil dabei das Grobe nach der Peripherie rollt.[1] Besser sind die Vorrichtungen, bei denen das Aufgeben über einem in der Mitte des Ofens befindlichen beweglichen (PARRY's Methode I. 313; III. Taf. III. Fig. 62, 63) oder unbeweglichen Kegel[2]) (I. 312) oder mittelst eines zweckmässig construirten Gichtwagens [STAHLSCHMIDT's Wagen[3]), Hunde mit konischem Boden] ohne Kegel in der Gicht geschieht, wobei sich an der Peripherie des Schachtes ein Erzring bildet und die groben Stücke vorzugsweise radial nach der Mitte rollen. Am einfachsten gichtet man, zur Erreichung desselben Zweckes, die Materialien an mehreren Stellen der Peripherie auf, wobei das Grobe auch der Mitte zufällt. Letzteres gestatten die Gichtfänge, bei denen sich in der Mitte der Gicht ein Glockenapparat (Ulverstone S. 226) befindet, welcher entweder tiefer in die Gicht eingelassen oder unmittelbar über der Gichtmündung aufgestellt ist.

Sehr zweckmässig ist bei letzterer Einrichtung LANGEN's Gasfang (S. 235) zur Friedrich-Wilhelmshütte bei Siegburg construirt, wo die Gicht mit einem aufziehbaren Glockendeckel geschlossen ist, auf dem eine fixe Gasableitungsröhre steht. Beim Chargiren zieht man die Glocke in die Höhe und gichtet rings am Rande herum auf. Auch die Gichtschwammbildung ist bei dieser Einrichtung von weniger störendem Einflusse. Zur möglichsten Vermeidung alles

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 298. Taf. XI. Fig. 2 und 3.
2) Ibid. Fig. 4. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 387.
3) B. u. h. Ztg. 1858. S. 37.

Gasverlustes ist diese Vorrichtung zu Hörde[1]) dadurch ve vollkommnet, dass man die 9 Fuss weite Gicht mit eine platten Gichtdeckel versieht, welcher nicht aufziehbar i sondern in einer einige Zoll hohen Wasserliederung a Rande der Gicht schliesst und ausserhalb auf Laufroll drehbar ist. Das auf dem Deckel stehende 3 Fuss wei Gasrohr ist mit einer ähnlichen Liederung versehen. D Gichtdeckel enthält an seiner Peripherie 4 mit Klappen, d am Rande mit Wasserverdichtung schliessen, verseher Oeffnungen. Man chargirt rasch durch jede derselb hintereinander, dreht den Gichtdeckel um 45 Grad u gichtet abermals auf, wodurch die Materialien gleichmäss an der Peripherie des Schachtes vertheilt werden. Ein älter Gasfang zu Hörde ist in SCHÖNFELDER's baulichen Anlag auf den Berg-, Hütten- und Salinenwerken in Preuss 1. Jahrg. 1. Lief. Taf. 3. Fig. 2 und 3 mitgetheilt.

Bei Oefen mit engeren Gichten, welche einen in d Gicht eingehängten Cylinder haben, vertheilt man beim A geben gewöhnlich Feines und Grobes mit einer Kiste gehör und es trägt ein Kreuz im Cylinder (EBELING's und BUSS Einrichtung) zur Auflockerung der Materialien in der Mit des Ofenschachtes bei. Liegen bei weiter Gichte Schien über derselben fest, so werden sie rascher zerstört, als wei man sie jedesmal beim Chargiren mittelst einer Wageneu richtung über dieselbe schiebt. STEIN[2]) erlangt dadurch e sehr gleichmässiges Aufgeben, dass die Beschickungsmateriali in einem cylindrischen Gichtwagen passend angeordnet w den und dieser über der Gicht nach Oeffnung des bew lichen Bodens entleert wird.

§. 22. Beziehungen zwischen den einzeln Ofentheilen und darauf influirende Umstän

Innere Ofengestalt.

Was die innere Gestalt der Hohöfen betrifft, so hat f jedes Land seine eigenen Formen, welche dann aber a wieder unter einander abweichen, so dass ein allgemein g tiger Grundsatz für die richtige Gestalt des Ofeninnern,

1) TUNNER's Bericht über die London. Ind.-Ausst. v. 1862. S. 38

2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 298.

sehr davon der Brennmaterialconsum und die Qualität des erblasenen Eisens abhängt, noch nicht aufgestellt ist.

Dagegen haben sich jedoch, wenn man den Einfluss des Aggregatzustandes der Erze ausser Acht lässt, aus rationellen Gründen verschiedene Ofengestalten für leicht- und strengflüssige Erze herausgebildet, während die Erfahrung immer mehr an die Hand gegeben hat, behuf regelmässigeren Niederganges der Schmelzmaterialien im Ofenschacht sich der stark hervorspringenden Rasten zu entledigen und den sehr zweckmässigen Formen der innerösterreichischen Oefen (Taf. II. Fig. 32, 38, 39), aus zwei abgestumpften Kegeln zusammengesetzt, und auch der englischen und schottischen, mehr cylindrischen Form (Taf. I. Fig. 20; Taf. III. Fig. 65) sich zu nähern. Bei jedweder Gestalt muss im Ofenschacht die Reduction, oberhalb und noch im oberen Theil des Gestelles selbst die Kohlung des Eisens und in dessen unterem Theil über und vor der Form die Schmelzung stattfinden und in jedem der genannten Ofentheile eine zweckentsprechende Temperatur herrschen.

Oefen für leichtschmelzige Erze.

1) Ofengestalt für leichtflüssige Beschickungen. Diese ist nach TUNNER[1]) characterisirt (Taf. II. Fig. 32, 38, 39) durch ein verhältnissmässig weites Gestell, engen Kohlensack und enge Gicht. Leichtschmelzige Erze, aus denen man weisses, möglichst siliciumarmes Roheisen erzeugen will, erfordern zu dessen Bildung gewisser nicht zu hoher Temperaturen (S. 6), also ein weiteres Gestell. Da bei dem raschen Schmelzen der leichtflüssigen Beschickung viel Wärme gebunden wird und die Temperatur im Gestell, wie eben angegeben, an und für sich keine sehr hohe ist, so sucht man die zur Kohlung und Reduction des Eisens in den darüber liegenden Ofentheilen erforderlichen Temperaturen dadurch zu erzielen, dass man den tiefer gelegten Kohlensack, sowie auch die Gicht verhältnissmässig eng nimmt. Gleichzeitig erhöht die enge Gicht die Spannung der ausziehenden Gase und eine Auflockerung der Massen, wodurch Reduction und Kohlung befördert wird, was bei dem rascheren Niedergang der Gichten erforderlich ist. Dagegen

1) Leoben. Jahrb. 1860. S. 151.



gibt die enge Gicht zu einem ungleichmässigeren Niedergehen der Ofenfüllung und zu einem Vorrollen der Erze Veranlassung. Wollte man für leichtschmelzige Erze ein enges Gestell nehmen, so würde vor vollendeter Reduction und Kohlung unter Eisenverschlackung Schmelzung eintreten oder falls man dies durch passendes Aufgeben von Erz und Kohlen vermiede, statt weissen Roheisens graues erfolgen.

Derartige Ofenformen ohne eigentliche Rast finden sich z. B. bei den Blauöfen Innerösterreichs (Taf. II. Fig. 32, 38, 39), Thüringens etc., aber auch bei Oefen mit offener Brust, z. B. in Wales und Staffordshire, wo man aus ziemlich leichtschmelzigen und leicht reducirbaren Erzen der Kohlengruben (sphärosideritischer Thoneisenstein) bei erhitztem Wind ordinaires graues Frischroheisen erbläst und gleichzeitig die Vortheile weiterer Gichten erstrebt (Taf. III. Fig. 58—64), ferner in Schottland, beim Verschmelzen reicher noch leichtflüssigerer und leichter reducirbarer Kohleneisensteine bei stark erhitztem Winde auf dunkelgraues Roheisen (Taf. I. Fig. 2?; Taf. III. Fig. 65). Da die Thoneisensteine weniger leichtflüssig sind, als der schottische Blackband, so legt man beim Verschmelzen der ersteren den Kohlensack höher und macht die Oefen im Schmelzraum etwas enger, als die schottischen Blackbandöfen, z. B. zu Dowlais und Ebbwvale (Taf. III. Fig. 59, 60). Die Anwendung der erhitzten Gebläseluft gestattet eine Erweiterung des Gestelles, und die leichte Reducirbarkeit der Erze auch eine entsprechende Erweiterung der Gicht und in Folge dessen ein regelmässigeres Niedergehen der Beschickung.

In Oefen von gleicher Capacität, welche bei derselben Höhe von Gestell und Rast gleiche Beschickungen verschmelzen, verhalten sich die Temperaturen in gleichen Höhen etwa wie die Schachtquerschnitte an diesen Puncten.

Oefen für strengflüssige Erze.

2) Ofengestalt für strengflüssige Beschickungen. Mit der Bildung eines grauen Eisens verbunden, erfordern dieselben bei Anwendung der gewöhnlichen Hohöfen meist ein enges Gestell, einen weiten Kohlensack und eine weite Gicht (die RACHETTE'sche Oefen bedingen, wie unten weiter ausgeführt, einige Abweichungen hiervon). Zu

Schmelzung einer strengflüssigen Beschickung bedarf es der Concentration der Hitze in einem engen Gestell, aus welchem dann die gebildeten Gase mit so hoher Temperatur aufsteigen, dass in dem Raum über dem Gestell vor vollendeter Kohlung eine Frittung der Massen eintreten könnte, wenn man durch Erweiterung des Kohlensackes, also durch Vertheilung der Wärme auf einen grösseren Raum dies nicht vermiede. Da eine strengflüssige Beschickung im Ofen langsamer niedergeht, als eine leichtflüssige, so ist bei ersterer in derselben Zeit weniger zu kohlen und zu reduciren, es bedarf keiner so grossen Spannung der Gase, welche mit höherer Temperatur entweichen, und in Folge dessen können die Gichten weiter sein, womit, wie bemerkt, ein regelmässigeres Niedergehen der Sätze verbunden ist. Macht man die Gicht zu eng, so erhalten die Gase im unteren Ofentheil eine zu grosse, die Verbrennung beeinträchtigende Spannung und es erfolgt statt grauen weisses Eisen.

Während bei leichtflüssigen Beschickungen die eine Hälfte des Brennmaterials zur Schmelzung, die andere zur Reduction und Kohlung verwandt wird, so ist dieses Verhältniss bei strengflüssigen Beschickungen wie $^3/_4 : ^1/_4$.

Die für letztere angewandten Oefen haben zur Markirung des Unterschieds in der Gestell- und Kohlensackweite eine Rast, z. B. in England (Taf. III. Fig. 69—72), Belgien (Taf. III. Fig. 68), Frankreich (Taf. III. Fig. 73), Deutschland (Taf. II. Fig. 43—46) etc. Oefen mit flachen Rasten und engen hohen Gestellen, wie sie z. B. früher in noch höherem Maasse, als die Zeichnung (Taf. II. Fig. 43) nachweist, auf den Oberharzer Hütten in Anwendung waren, gestatten zwar wegen längeren Verweilens des Erzes auf der Rast eine vollständigere Kohlung des Eisens und in Folge dessen eine geringere Aufnahme von Silicium im Gestell (S. 19), geben aber leichter zu Versetzungen Veranlassung, weshalb man, ebenfalls unter Erzielung eines reineren Roheisens, namentlich seit Anwendung von erhitztem Wind die Gestelle weniger eng und hoch nimmt, die scharfen Rastwinkel vermeidet und sich dadurch den steyerschen Ofenformen (neuere Oberharzer Oefen, z. B. auf Altenauer Hütte, Taf. II Fig. 42; Schweden, Taf. II. Fig. 40, 41)



oder den schottischen mit cylindrischem Kohlensack (Taf. III. Fig. 61, 62 etc.) nähert. Lässt man sich aber bei nicht hinreichend weitem Kohlensack die Rast ins Gestell verlaufen, so gehen wegen Mangels an Reductions- und Kohlungsraum die Gichten zu rasch nieder und es entsteht leicht Rohgang (Versuche zu Lerbacher Hütte am Harz).

Ofenquerschnitt.

Im Querschnitt sind die Oefen meist rund, welche Form beim kleinsten Umfang die auf die Production einwirkende grösste Oberfläche darbietet, in Folge dessen den geringsten Wärmeverlust herbeiführt und auch eine gleichmässige Vertheilung der Wärme zulässt; nur bei kleineren Oefen (manchen Holzkohlenöfen) macht man wegen leichterer Behaubarkeit der Steine das Gestell quadratisch, oblong oder polygonal. Obgleich behuf Erzielung grosser Productionen bei einer Windvertheilung nach SEFSTRÖM'schem Princip das kreisrunde Gestell schon verhältnissmässig weit sein kann (7 Fuss und mehr), so dringt doch bei schwer verbrennlichem Brennmaterial (Anthracit) oder bei noch grösserer Erweiterung des Gestelles der Wind nicht mehr gehörig bis zur Mitte des Ofens, selbst wenn die Windpressung eine unverhältnissmässig hohe, und die aufsteigenden Gase verbreiten sich zu ungleichmässig über den Querschnitt des Ofens, indem die Gichten in der Mitte rascher niedergehen, als am Rande. Für solche Fälle haben im Jahre 1850 ALGER [1]) (Taf. II. Fig. 51) und ABT [2]) Oefen mit elliptischem Querschnitt construirt, mehrere Formen *a* an die langen Seiten des Gestelles gelegt und an jede kurze einen Vorherd *b*. Diese Ofenconstruction ist neuerdings durch v. RACHETTE [3]) dadurch verbessert und vereinfacht, dass man dem

RACHETTE's Ofenconstruction.

1) Polyt. Centr. 1858. S. 1137. — B. u. h. Ztg. 1859. S. 156; 1860. S. 143, 216. — HARTMANN, Fortschr. II, 206.

2) Oesterr. Ztschr. 1859. No. 38. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 396.

3) C. ARBEL, das RACHETTE'sche System der Patent-, Normal- und Universalschachtöfen. Leipzig 1863. — TUNNER, Bericht über die Londoner Ind.-Ausstell. v. 1862. S. 24. — Oesterr. Ztschr. 1863. No. 14. — Berggeist 1863. No. 18, 25. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 265, 392; 1863. S. 156, 270, 309, 354. — DINGL. Bd. 165. S. 370. — GRUNER, Schachtöfen mit oblongem oder ovalem Querschnitt: B. u. h. Ztg. 1863. S. 349. Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 253.

Ofen bei 2 Vorherden *a* einen oblongen Querschnitt (Taf. II. Fig. 52—57) gibt, die Formen *b* zur Herstellung einer gleichmässigeren Temperatur über den ganzen Querschnitt des Ofens wechselseitig einander gegenüber legt oder den Wind durch einen Schlitz *c* blasen lässt (Taf. II. Fig. 57) und in den verhältnissmässig wenig starken Ofenwänden ein System von Canälen anbringt, welche mit Abwärmecanälen *f* im Fundament und einer Feuerung (Taf. II. Fig. 55) verbunden sind, ähnlich wie bei belgischen Oefen (S. 213). Dieses Canalsystem gestattet eine rasche Herstellung des Ofens zu jeder Jahreszeit, wenn man warme Luft darin circuliren lässt, und später, wenn man kalte Luft durch die Züge führt, eine Abkühlung des Gestelles oder, wenn man die Züge verschliesst, ein Zusammenhalten der Wärme im Ofen durch die grosse Menge von Luftcanälen und somit eine weniger kostspielige Construction wegen des geschwächten Rauhgemäuers. Ausser in der sehr zweckmässigen Windvertheilung sucht SCHINZ[1]) den Grund für die bedeutende Productionsfähigkeit des Ofens (in 24 Stunden 600 Ctr. graues Roheisen) neben einer nicht geringen Brennmaterialersparung (15—20% Holzkohlen) hauptsächlich in der minderen Transmission der Wärme ins Ofengemäuer in Folge der Luftcanäle sowohl, als auch deshalb, weil die Transmission an den Gestellwänden beträchtlich kleiner ist, als bei Oefen mit rundem Querschnitt, welche mit Zugängen zum Abstechen und zu den Formen versehen sind.

Die mit dem RACHETTE'schen Ofen verbundene Erweiterung der Gicht, welche schon früher von TRURAN[2]) (Taf. II. Fig. 37) in Vorschlag gebracht worden, gestattet ein regelmässigeres Niedergehen der Gichten, ohne ein Vorrollen der Erze befürchten zu lassen, sowie eine geringere Ofenhöhe bei verminderter Windpressung, indem die langsamer ausziehenden Gase eine eben so vollständige Vorbereitung der Erze zulassen, als bei rascherem Zuge in höheren Oefen mit enger Gicht. Je nach der Beschaffenheit der Erze muss der Contact derselben mit Kohlenoxydgas kürzere oder

1) DINGL. Bd. 169. S. 449. — Berggeist 1863. S. 331.
2) B. u. h. Ztg. 1857. S. 6, 220; 1862. S. 87.

längere Zeit stattfinden; derselbe ist aber von gleicher Dau mag der Querschnitt der Gicht und damit die Geschwindi keit der Gase grösser oder kleiner sein. Mit zunehmend Geschwindigkeit derselben wächst aber der Wärmeverlu ohne dass also die Reduction dadurch gefördert wird. B der geringeren Geschwindigkeit der Gase nehmen die Wid stände bei deren Aufsteigen im quadratischen Verhältniss a in Folge dessen Ersparung an Kraft, regelmässigere Wirku des Gebläses und weniger Versetzungen eintreten.

Die geringere Ofenhöhe vermindert die Baukosten, die zulässige Schwächung der Windpressung gewährt E sparung an Dampfkraft, welche die vollständigere Wärmea nutzung in einem höheren Ofen mehr, als aufwiegen kan

Beim Verschmelzen strengflüssiger und schwer reduci barer Magneteisensteine auf graues Roheisen hat sich d Ofen auf uralischen Hütten bereits bewährt und es sprech theoretische Gründe auch nicht gegen seine Anwendung z Darstellung von weissem Eisen aus leichtflüssigen Erzen, d sich durch verschiedene Mittel die Temperatur in der Schmel zone herabstimmen lässt, bei dem langsamen Aufsteigen d Gase unter dem bedeutenden Druck der Schmelzmateri säule eine gewisse Spannung derselben hervorgebracht u bei ganz oder theilweise geöffneten Zügen im Fundame und Rauhgemäuer der untere Ofentheil abgekühlt, der obe dagegen durch die dabei erhitzte und nach oben gehende Zu luft vor Ableitung von Wärme, welche zur Reduction u Kohlung erforderlich ist, geschützt wird.

DILLA's Ofenconstruction.

Die zu Königshütte in Oberschlesien von DILLA [1]) a gewandten Oefen mit trichterförmigem Kernschacht, — welc Form den Zweck hat, die aufsteigenden Ofengase länge Zeit mit der Beschickung in Berührung zu erhalten und von den Schachtwänden nach dem Innern zu abzulenken haben einen geringern Brennmaterialverbrauch — auf 1 C Roheisen 0,47 Cbkfss. Koks weniger — gegen die übrig Oefen ergeben.

Ofenvolum.

Was die absolute Grösse des Hohofeninne und seiner einzelnen Theile betrifft, so hängt diese aus

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 7, 327, 395, 440. — HARTMANN, Forts IV, 92.

von der Beschaffenheit der Schmelzmaterialien hauptsächlich von der Grösse der zu erzielenden Production ab, und zwar haben auf letztere weniger die Höhen-, als die Weitendimensionen Einfluss (S. 185). Vermehrt man das Volum des Schachtes durch Erhöhung des Ofens, so nimmt der Druck der Schmelzsäule zu und das Aufsteigen der Gase wird erschwert. Damit die chemischen Vorgänge in den verschiedenen Ofentheilen regelrecht bei dem geringsten Brennmaterialverbrauch stattfinden, muss ihr Volumen [1]) in einem gewissen Verhältniss zu einander stehen, namentlich dasjenige von Rast und Obergestell, indem z. B. ein grosser Schmelzraum einen entsprechend grossen Raum zur Kohlung verlangt. In diesem Verhältnisse wird häufiger gefehlt, als in dem zwischen Rast- und Schachtvolum. Letzteres wird gewöhnlich mehr als reichlich zur Reduction und Vorbereitung der Erze gefunden, was nur in dem Falle von Nachtheil ist, wenn eine dicht liegende Beschickung das Aufsteigen der Gase beeinträchtigt.

Bestimmte Regeln zur theoretischen Feststellung dieser Verhältnisse lassen sich bei der Menge von obwaltenden Umständen nicht geben und man muss sich darauf beschränken, solche Grössenverhältnisse von verschiedenen normal gehenden Hohöfen zu ermitteln und daraus empyrische Regeln abzuleiten. Hierbei geht man gewöhnlich vom Kohlensackdurchmesser, welcher auf die Grösse der Production (S. 185) den grössten Einfluss hat, aus und regelt danach die übrigen Ofendimensionen.

Meyer [2]) hat neuerdings ein anderes, durch die Praxis noch weiter zu sanctionirendes Verfahren eingeschlagen, mehrere kleine Oefen statt eines grossen zu wählen und die Ofendimensionen von dem Schmelzfocus abzuleiten, welcher von der Düsenweite und Windpressung abhängig ist. Hiervon soll nach demselben der relative Kohlenverbrauch allein abhängig sein. Nach bisherigen Erfahrungen ist hinsichtlich der Wärmeausnutzung und Ersparung von Mauerwerk ein grösserer Ofen mehreren kleinen vorzuziehen.

1) Hartmann's Vademec. f. d. Eisenh. 1863. S. 155.
2) Oesterr. Ztschr. 1862. No. 44

Regeln zur Bestimmung der Ofendimensionen.

Nachstehende Erfahrungen können bei Construction de Hohöfen zum Anhalten dienen, ohne jedoch für alle Fäll Gültigkeit zu haben.

Kohlensack.

1) Kohlensack. Es kommt besonders dessen Durcl messer und seine Höhe über dem Sohlstein in Rücksicht.

Durchmess. d. Kohlensacks.

Zur Bestimmung des Kohlensackdurchmessers habe schon vor längeren Jahren französische Metallurgen [1]) nac stehende aus der Praxis entlehnte Data zum Grunde geleg

Formeln französischer Metallurgen.

a) Für Holzkohlenöfen:

160 Kilogr. Holzkohlen für 100 Kilogr. Roheisen.

11,56 Cubikmeter Luft von 0^{0} C. und 0,76 Meter Barom per 1 Minute und per 1 Quadratmeter des grössten Que schnitts.

90 Kilogr. Holzkohlen per 1 Stunde und per 1 Qua dratmeter des grössten Querschnitts.

b) Für Koksöfen:

235 Kilogr. Koks für 100 Kilogr. Roheisen.

6,18 Cubikmeter Luft per 1 Minute und per 1 Quadra meter des grössten Querschnitts.

49 Kilogr. Koks per 1 Stunde und per 1 Quadratmet des grössten Querschnitts.

Um also die Fläche des grössten Durchmessers = . (in Metern) eines Hohofens abzuleiten, hat man drei Bedi gungsgrössen, nämlich die absolute Production an Roheise in 24 Stunden in Kilogramm = E, den Brennmaterialau wand nach dem Gewichte zur Erzeugung von 100 Kilog Roheisen = k und die Brennmaterialmenge, = m, nac dem Gewichte, welche stündlich auf ein Quadratmeter de grössten Querschnitts verbrannt werden darf. Die Que schnittsgleichung lässt sich dann ausdrücken durch

$$\frac{\pi D^2}{4} \times 24\ m = \frac{k\ E}{100}$$

oder:

$$D = 0{,}02303 \sqrt{\frac{k\ E}{m}}.$$

1) Le Blanc und Walter, Eisenhüttenkunde. I, 59. — B. u. h. Zt 1855, S. 228.

Substituirt man für k und m in diese Gleichung die oben angegebenen Werthe, so erhält man

bei Holzkohlenöfen $D = 0{,}0307 \sqrt{E}$

bei Koksöfen $D = 0{,}05045 \sqrt{E}$.

Beispiel. Wie gross muss der Durchmesser eines Holzkohlenofens im Kohlensacke sein, wenn er in 24 Stunden 4000 Kilogr. Roheisen aus Erzen von mittlerer Schmelzbarkeit und von 40—50 % Eisengehalt produciren soll?

Bei Erzen von solcher Beschaffenheit gehen auf 100 Kilogr. Roheisen 160 Kilogr. Holzkohlen, man wird folglich in 24 Stunden 6400 Kilogr. oder in 1 Stunde 266,6 Kilogr. Holzkohlen verbrauchen. Da nun die Grösse des Holzkohlenbedarfs in 1 Stunde und auf das Quadratmeter Durchschnittsfläche 90 Kilogr. beträgt, so erhält man nach der Proportion $90 : 1 = 266{,}6 : x = 2{,}96$ Quadratmeter als den Querschnitt des Kohlensackes, aus welchem sich der Durchmesser zu 1,94 Meter ergibt.

Man erhält dasselbe Resultat, wenn man in der obigen Formel $E = 4000$ setzt, nämlich $D = 0{,}0307 \sqrt{4000} = 1{,}94$ Meter = 6,14 Wien. Fuss Durchmesser, ohne Zweifel für die angenommene Production zu wenig.

v. MAYRHOFER's Form.

Bezeichnet man nach MAYRHOFER[1]) mit M die Windmenge, welche ein Hohofen per 1 Minute nöthig hat, so soll man den

kleinsten Durchmesser des Kohlensackes aus der Formel

$$D^3 - 34\,D^2 = -\,0{,}91\,M$$ und den

grössten Durchmesser aus

$$D^3 - 34\,D^2 = -\,1{,}287\,M$$

erhalten.

Beispiel. Beim Betriebe eines Hohofens mit weicher Holzkohle, erhitzter Luft von 250° C. bei 18 Wasserzoll Pressung und 2 Düsen von je 2 Zoll Durchmesser wäre die auf Null Grad Temperatur zurückgeführte atmosphärische Luft = 420 Cubikfuss per 1 Minute, und es müsste der unter diesen Umständen betriebene Hohofen den kleinsten

1) KRAUS, österr. Jahrb. III, 1. — B. u. h. Ztg. 1855. S. 229. — HARTMANN, Vademec. f. d. pr. Eisenhüttenmann. 1863. S. 259.

Durchmesser $D = 3\frac{1}{2}'$ und den grössten $D = 4\frac{1}{2}'$ erhalten, was auch zu wenig ist.

LINDAUER's Formel.

Nach LINDAUER [1]) ist durch die vorstehenden beiden Berechnungsweisen die Aufgabe, die Hauptdimensionen eines Eisenhohofens mathematisch zu bestimmen, nichts weniger als gelöst; denn wenn in ersterem Falle auch Bedingungsgrössen vorausgesetzt sind, welche nothwendig Einfluss haben müssen, so sind sie doch zu allgemein gehalten. Im zweiten Falle dagegen ist nur die Windmenge, welche ein Gebläse liefert, als Bedingungsgrösse an- und auf sonst gar nichts Rücksicht genommen. LINDAUER hat diejenigen Elemente zu erforschen gesucht, auf deren Grund die Lösung dieser Aufgabe vollständiger geschehen kann. Derselbe leitet nachstehende Formeln ab:

für Holzkohlenöfen:

$$D = 0{,}8448 \sqrt[3]{\left[\frac{k}{100\,\gamma'} + \frac{100 + c}{q'\,\gamma}\right]\frac{Z}{24}\,.\,E.}$$

für Kokshohöfen:

$$D = 0{,}8883 \sqrt[3]{\left[\frac{k}{100\,\gamma'} + \frac{100 + c}{q'\,\gamma}\right]\frac{Z}{24}\,.\,E.}$$

für Steinkohlenhohöfen:

$$D = 0{,}9728 \sqrt[3]{\left[\frac{k}{100\,\gamma'} + \frac{100 + c}{q'\,\gamma}\right]\frac{Z}{24}\,.\,E.}$$

In diesen Formeln bezeichnen — unter Beifügung mittlerer, aus der Praxis entlehnter Werthe — die gewählten Buchstaben Folgendes:

D = Kohlensackdurchmesser in Fuss österr.

E = Roheisenerzeugung in 24 Stunden in Pfunden österr.

Z = Die Gichtenzeit, für Holzkohlen 16, für Koks 40, für Steinkohlen 48 Stunden bei grauem Roheisen, bei weissem etwa $\frac{3}{4}$ dieser Zeiten bei den beiden ersteren Brennstoffen.

k = Brennmaterialverbrauch für 100 Pfd. Roheisen, nämlich

1) B. u. h. Ztg. 1855. S. 227, 242. DINGL. Bd. 136. S. 277.

	Bei kalter Luft.	Bei heisser Luft.
an Holzkohlen	160	130
„ Koks	280	210
„ Steinkohlen	330	250

c = Kalkzuschlag zu 100 Pfd. Gattirung, bei Holzkohlen durchschnittlich 15, bei Koks und Steinkohlen 35 Pfd.

γ = Gewicht von 1 Cbfss. Beschickung, durchschnittlich = 90 Pfd. bei Erzen mit einem Ausbringen von 20—40 % Eisen.

γ' = Gewicht von 1 Cbfss. Brennmaterial oder bei gemischtem Brennmaterial das Mittelgewicht, nämlich von weichen Holzkohlen 7, von harten 12, von Koks 20 und von Steinkohlen 40 Pfd. österr.

q' = mittlerem Eisengehalt der gattirten Erze, nach Abzug des Schmelzverlustes etwa 30 Pfd.

Setzt man die Mittelwerthe von Z, c, k, γ und γ' in die obigen Formeln, so ergeben sich die Durchmesser für die absoluten Productionen bei verschiedenen Brennstoffen, wie folgt:

	Für kalte Luft.	Für erhitzte Luft.
Bei weichen Holzkohlen	$D = 0{,}4766\sqrt[3]{E}$	$0{,}4500\sqrt[3]{E}$
Bei harten Holzkohlen	$D = 0{,}4125\sqrt[3]{E}$	$0{,}3920\sqrt[3]{E}$
Bei Koks	$D = 0{,}6054\sqrt[3]{E}$	$0{,}5657\sqrt[3]{E}$
Bei Steinkohlen	$D = 0{,}6249\sqrt[3]{E}$	$0{,}5917\sqrt[3]{E}$

Stösst man bei derartigen Berechnungen des Durchmessers des Kohlensackes bei einzelnen Hohöfen auf grössere oder geringere Differenzen, so können diese darin ihren Grund haben, dass ungewöhnliche Luftmengen oder Pressungen angewandt werden, woraus andere als die angenommenen Gichtenzeiten resultiren, dass die Verhältnisse der Dimensionen anders gewählt wurden oder dass sehr gutartige Beschickungen verschmolzen werden, welche die Erzeugung eines grauen Roheisens besonders erleichtern.

Kommt gemischtes Brennmaterial zur Verwendung, so muss für solche Fälle die Formel immer besonders entwickelt werden.

Beispiel. Es soll ein Hohofen auf eine wöch
Production von 500 Centner Roheisen construirt wer
dessen Betrieb $^2/_3$ weiche und $^1/_3$ harte Holzkohlen dis
sind und wovon der Cubikfuss der ersteren 7 Pfd.,
letzteren 10 Pfd. wiegt. Bei einem Ausbringen vo
beträgt der Kalkzuschlag muthmasslich 12 %, das
von 1 Cbfss. Beschickung 86 Pfd. und bei Anw
heissen Windes von 250° C. der relative Brennm
verbrauch 120 Pfd.

Nach diesen Daten ist das mittlere Gewicht von 1
des gemischten Brennmaterials

$$\gamma' = {}^2/_3 \,.\, 7 + {}^1/_3 \,.\, 10 = 8 \text{ Pfd.}$$

und

$\frac{k}{100\,\gamma'}$ (die zu 1 Pfund Eisen erforderliche Bren
rialmasse) + $\frac{100 + c}{q'\,\gamma}$, (die Anzahl Cubikfuss Beschi
welche 1 Pfund Eisen entsprechen) =

$$\frac{120}{800} + \frac{112}{86\,.\,30} = 0{,}1974,$$

folglich wird für eine Gichtenzeit Z = 16 Stunden

$$D = 0{,}8448 \sqrt[3]{0{,}1974 \,.\, {}^2/_3 \,.\, \frac{50000}{7}} = 8{,}256 \text{ Fus}$$

Hiernach würde der räumliche Inhalt des Ofen
p. seq.) $J = 8{,}256^3 \times 1{,}6702 = 940$ Cbfss. betrag

Zu dem Durchmesser des Kohlensackes D steh
anderen Dimensionen des Hohofens gewöhnlich in
bestimmten Verhältniss. Als mittlere Verhältnisszahl
Lindauer folgende an:

	Holzkohlen.	Koks.	Stein
Durchmesser der Gicht .	0,400 D.	0,500 D.	0,6
„ oben im Gestelle	0,350 „	0,250 „	0,2
„ zwisch.d.Formen	0,250 „	0,210 „	0,2
Höhe des ganzen Gestelles	0,740 „	0,667 „	0,2
„ des Obergestelles .	0,490 „	0,457 „	0,1
„ des Kohlensackes .	0,292 „	0,113 „	0,5
„ der Rast	0,464 „	0,842 „	0,6

	Holzkohlen.	Koks.	Steinkohlen.
Höhe des Schachtes . .	3,004 D.	2,378 D.	1,200 D.
Ganze Ofenhöhe . . .	4,500 „	4,000 „	2,600 „
Rastwinkel	55°	65°	60°

Aus diesen Verhältnisszahlen berechnen sich die Inhalte der einzelnen Theile wie folgt:

	Holzkohlen.	Koks.	Steinkohlen.
Capacität des Schachtes .	1,2270 D³.	1,0890 D³.	0,6158 D³.
„ des Kohlensackes	0,2293 „	0,0890 „	0,3972 „
„ der Rast . . .	0,1789 „	0,2298 „	0,0659 „
„ des Obergestelles	0,0350 „	0,0190 „	0,0072 „
J =	1,6702 D³.	1,4268 D³.	1,0861 D³.

oder wenn man den räumlichen Inhalt des ganzen Ofens = 1 setzt, so erhält man:

	Holzkohlen.	Koks.	Steinkohlen.
die Capacität des Schachtes .	0,7347 J.	0,7633 J.	0,5670 J.
„ „ des Kohlensackes	0,1373 „	0,0624 „	0,3658 „
„ „ der Rast . . .	0,1071 „	0,1611 „	0,0606 „
„ „ des Obergestelles	0,0209 „	0,0132 „	0,0066 „
J =	1,0000	1,0000	1,0000

Der grösste englische Hohofen, von Levick und Simpson bei Newport in Südwales, hat bei 66 Fuss Höhe und 7 Düsen 24 Fuss Kohlensackdurchmesser; ein 6förmiger Ofen zu Ulverstone von 7 Fuss Gestellweite, 16 Fuss Kohlensack- und 12 Fuss Gichtweite und 46 Fuss Höhe erzeugt mit 10000 Cbfss. Wind von 2 Pfd. Pressung und 750° F. pro Minute wöchentlich 13680 Ctr. Roheisen, die bis jetzt erzielte Maximalproduction (S. 186).

Lage des Kohlensacks.

Je tiefer der Kohlensack liegt, um so früher wird die Temperatur der aufsteigenden Gase erniedrigt, so dass man denselben bei leichtschmelzigeren und leichtreducirbaren Erzen tiefer legen muss, als bei strengflüssigen, damit erstere nicht zu früh schmelzen. Wo aber bei leichtreducirbaren leichtflüssigen Erzen das eigentliche Gestell fehlt, legt man den Kohlensack höher, und zwar nach dem Grade der Leichtflüssigkeit und Reducirbarkeit bald mehr, bald weniger (S. 240). Eine hohe Lage des Kohlensacks ist der Reduction nicht günstig, weshalb man bei schwerer reducirbaren Erzen bei erweitertem Ofenschacht den Kohlensack tiefer legt und ihn

nach und nach mittelst einer doppelten Curve zu eine eigentlichen Gestell übergehen lässt.

Da bei Koksöfen in gleichen Ofenquerschnitten höhe Temperaturen herrschen, als in Holzkohlenöfen, so komm in ersteren der Kohlensack höher, als in letzteren zu liege

Bei Koksöfen beträgt die Höhe des Kohlensacks üb dem Sohlstein 0,33—0,40 der Schachthöhe, bei sehr niedrige Gestell sogar bis 0,64 (Dowlais Taf. III. Fig. 59); bei Hol kohlenöfen sind die gewöhnlichen Verhältnisse 1/4, 2/7 und 1 und zwar ersteres bei leichten Kohlen und leichtflüssig Beschickung, letzteres bei harten Kohlen und strengflüssig Beschickung. Bei cylindrischem Kohlensack (Taf. II. Fig. 3 40, 41; Taf. III. Fig. 60—62) kann die Höhe des Cylind bis 18 Fuss betragen (Schweden), gewöhnlich 2—6 Fuss, Eisenerz 1 Fuss, zu St. Stephan in Steyermark[1]) 4 Fuss.

Ofenhöhe.

2) Ofenhöhe. Wenngleich, wie z. B. von MEYER und v. RACHETTE neuerdings erwiesen ist, Ofenhöhen v 21—25 Fuss bei sonst passender Ofenconstruction, name lich bei erweiterten Gichten (S. 243) und dadurch ve anlasstem langsameren Gaszug, sowie geeigneter Schmelzwei zur Vorbereitung der Erze hinreichen, ja im RACHETTE'sch Ofen eine nur 7stündige Gichtenzeit genügt, so werden do bei den Oefen älterer Construction mit engeren Gicht aus denen die Gase rascher ausziehen, zur möglichst ve ständigen Ausnutzung der Hitze der im Ofenschachte a steigenden Gase bei Holzkohlen Höhen von 30—40 Fuss u bei Koks und Steinkohlen solche von meist 40—50, selte unter 35, zuweilen sogar bis 66 Fuss (S. 251) gegeben, l letzteren um des willen höher, weil Koks beim Verbrenn im Schmelzraum höhere Temperaturen als Holzkohlen herv bringen, welche, den aufsteigenden Ofengasen mitgetheilt, nur grösserer Ofenhöhe vollständiger ausgenutzt werden könn Einen wesentlichen Einfluss auf die Ofenhöhe hat die gr sere oder geringere Festigkeit des Brennmaterials, sowie mehr oder weniger mulmige Beschaffenheit und Strengflüs keit der Erze; daher sind Koksöfen höher, als Holzkohl

1) Leoben. Jahrb. 1860. X, 285. Taf. 7. Fig. 5, 8.
2) Oesterr. Ztschr. 1862. S. 347.

öfen, Oefen für mulmige oder leicht zerdrückbare Erze niedriger, als solche für feste und gröbere Erzstücke wegen schwereren Abzugs der aufsteigenden Gase. So trifft man z. B. die höchsten Oefen Englands von 50 — 60 und mehr Fuss Höhe in Cleveland wegen Vorhandenseins vorzüglicher Koks, die niedrigsten von 30 — 40 Fuss Höhe in Südwales bei Anwendung von Anthracit; die Oefen des mittleren Englands, welche mit magerer, bröcklige Koks gebender Flammkohle gespeist werden, sind 35—36, selten über 40—45, die meisten Waleser Oefen 42—46 und die schottischen für rohe magere Steinkohle 43—48, zuweilen 55 Fuss hoch.

Nach v. Mayrhofer[1]) muss die Höhe des Schachtes vom Kohlensack bis zur Gicht

$$= \frac{200 + 5\,a - w}{10}$$ sein, worin a =

dem Gewichte von 1 Cbfss. Brennmaterial und w = dem Procentgehalt mulmiger Theile in der Beschickung.

Weniger durch Erhöhung der Oefen, als durch Vermehrung ihrer Weite bei kreisförmigem, elliptischem oder oblongem Querschnitt unter Zuführung grösserer Windmengen hat man in neuerer Zeit die Ofenproductionen (S. 186) bei Ersparung von Brennmaterial wesentlich erhöht [England, Schottland, Westphalen, Oberschlesien[2]), Steyermark[3]) etc.], da mit der Erhöhung der Oefen allerlei Uebelstände verbunden sind.

Niedrigere Oefen erfordern weniger Baukosten, namentlich bei erweiterten Gichten (v. Rachette'scher Ofen), nicht so starke Windpressung, als höhere, und gestatten eine leichtere Beseitigung der Unregelmässigkeiten des Ofenganges, indem bei dem rascheren Niedergang der Schmelzmassen Veränderungen in der Beschickung, sowie der Pressung und Temperatur des Windes viel rascher zur Wirkung kommen. Namentlich bei mulmigen Erzen steht die Erhöhung der Oefen nicht im Verhältniss zu der erlangten Production. Hauptsächlich durch Erweiterung der Oefen hat sich ihr

1) Bgwfd. IX, 108.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 389.
3) Leoben. Jahrb. 1857. VII, 181.

Volum gegen früher in Schottland von 90 auf 200, in Staffordshire von 50 auf 125, in Wales von 60 oder 70 auf 140—150 Cubikmeter vermehrt und es hat diese Vergrösserung einen Einfluss auf die Beschaffenheit des Roheisens[1]) gehabt; es sind z. B. pro Tonne in 24 Stunden erfolgendes graues oder schwarzgraues Giessereiroheisen in Schottland 7—8 Cubikmeter Schachtraum erforderlich, für graues Frischroheisen in Staffordshire 6,5—7, für lichtgraues oder halbirtes Frischroheisen in Cleveland 6,5, für weisses Frischroheisen in Wales 5—6, für Holzkohlen-Spiegeleisen in Steyermark und Kärnten 2—3, beim Verschmelzen Elbaer Eisensteine in Toskana nur 1 Cubikmeter, wo dann aber die Production nur auf Kosten des Brennmaterialaufwandes und des Ausbringens forcirt wird.

Bei belgischen Koksöfen rechnet man pro Ctr. graues Giessereiroheisen etwa 12 Cbfss. Schachtraum. Holzkohlenöfen von 30 Fuss Höhe und 8 Fuss Kohlensackdurchmesser haben etwa 700—800, Koksöfen von 40 Fuss Höhe und 11 Fuss Kohlensackdurchmesser 1900—2000 und solche von 48—50 Fuss Höhe bei 13—14 Fuss Kohlensackdurchmesser an 3500—4000 Cbfss. Rauminhalt.

Truran[2]) hat durch eine Menge Beispiele das Verhältniss der Grösse der Hohöfen zur Menge der geschmolzenen Massen und des producirten Roheisens, zu der Production von Schlacken und Roheisen, zu der Menge des Gebläsewindes, zu dem Verhältniss zwischen dem Kohlenstoff und der Production an Roheisen und Schlacken, sowie zu der Geschwindigkeit und Zeit des Gichtenganges erläutert.

Gichtweite.

3) Weite der Gicht. Enge Gichten concentriren die Hitze, erhöhen die Gasspannung und in Folge dessen die reducirende und kohlende Wirkung und empfehlen sich deshalb beim Verschmelzen leichtflüssiger Erze in Oefen mit weitem Gestell (S. 239), dann aber auch bei mulmigen und feinen Erzen, welche sich besser auflockern, z. B. zu Ilsenburg (S. 136), sowie auch bei leicht zerdrückbaren Kohlen; dagegen findet dabei ein ungleichmässiges Niedergehen der

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 237.
2) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 24.

Gichten statt, indem — wie die Untersuchungen von WACHLER[1]), STAHLSCHMIDT[2]), SCHULZE[3]), FÜRSTENAU[4]) und schon im Jahre 1834 von TUNNER[5]) im Wesentlichen ergeben haben — dieselben der Breitezunahme des Ofens nicht folgen können, die Brennmaterialien von den Erzen an die Wandungen des Ofens gedrängt werden und die letztern nach der Mitte zu in eine trichterförmige Vertiefung fallen. In Folge dessen steigen die Gase hauptsächlich in dem lockeren Mantel an den Ofenwänden auf, bereiten die Erze im Innern des Ofens weniger gut vor und es treten leicht ein Vorrollen der Erze, ein Kippen der Gichten und andere den Rohgang befördernde Uebelstände ein. Bei Oefen mit engerem Gestelle, aus dem heissere Gase aufsteigen, kann unter diesen Umständen bei engen Gichten in Folge der grössern Geschwindigkeit der ausziehenden Gase und der in dem peripherischen Ofenmantel zusammengehaltenen Wärme die Hitze an der Gicht so hoch steigen, dass ein zu frühes Sintern der Erze eintritt.[6])

Man ist deshalb sowohl bei Holzkohlenöfen, als auch beim Kokshohofenbetrieb, namentlich bei Anwendung roher Brennstoffe (S. 193) und dem Verschmelzen strengflüssigerer Erze in Oefen mit engen Gestellen (S. 240) oder leichtflüssiger bei höherer Temperatur in weiten Gestellen (S. 240) auf graues Roheisen zu Gichten übergegangen, deren Durchmesser sich mehr oder weniger dem des Kohlensacks, also die Schachtform über dem Kohlensack sich einem Cylinder (Taf. III. Fig. 65) nähert, wie in England[7]), Frankreich[8]), Oberschlesien[9]) etc. Dabei gehen die Gichten gleichmässiger nieder und erleiden eine allmäligere Vorbereitung, die Gase strömen gleichförmiger und langsamer auf, so dass sie ver-

---

1) B. u. h. Ztg. 1856. S. 143.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 210; 1861. S. 271. — Berggeist 1860. No. 58.
3) B. u. h. Ztg. 1856. S. 396.
4) B. u. h. Ztg. 1861. S. 400. — DINGL. Bd. 158. S. 413.
5) Leoben. Jahrb. 1860. IX, 306.
6) B. u. h. Ztg. 1863. S. 353.
7) B. u. h. Ztg. 1862. S. 237; 1860. S. 386.
8) B. u. h. Ztg. 1859. S. 293.
9) HARTM., Fortschr. II, 213.

hältnissmässig längere Zeit mit den Schmelzmassen in Berührung bleiben und die Reduction und Kohlung in niedrigerer Temperatur bewirken können, auch bei gleicher Schachtcapacität die cylindrische Wand eine geringere Oberfläche besitzt, als eine konische, und somit weniger Wärme ableitet. In Folge des stärkeren Druckes auf die Beschickungssäule steigt unter vermehrtem Gichtenwechsel bei gleichzeitiger Brennmaterialersparung die Grösse der Production. Auch erfolgt wegen geringerer Geschwindigkeit der Gase weniger Gichtstaub und wegen grösserer Capacität des Ofenschachtes wohl einer etwas grössern Production. Man ist jedoch zum Theil von den sehr weiten Gichten neuerdings wieder abgegangen, weil das Aufgeben der Beschickungsmaterialien dabei schwieriger ist, die Gase leicht seitwärts nach der Peripherie des Ofens ziehen, wenn man daselbst nicht das Erz und Kohlenklein aufgibt, ihr gleichmässiges Entziehen vom ganzen Querschnitt der Gicht erschwert wird, namentlich aber bei dem stärkeren Druck der Schmelzsäule und der üblichen grossen Höhe der Oefen die zur Spannung der Gase erforderliche Windpressung nur schwierig zu erreichen ist.

Während man bei älteren Oefen und auch bei manchen neuen den Gichtdurchmesser = $^1/_4$—$^1/_3$—$^1/_2$ des Kohlensackdurchmessers findet, so hat man ihn z. B. auf den Oberharzer Eisenhütten zweckmässig über $^1/_2$ bis auf $^3/_4$, in Neustadt auf $^2/_3$, in England auf $^5/_6$ und mehr erweitert, neuerdings aber aus angegebenen Gründen z. B. in Wales wieder auf

namentlich Anthracit empfohlene Erweiterung der Gicht auf $\frac{4}{4}-\frac{5}{3}$ des Kohlensackdurchmessers, von STAHLSCHMIDT [1]) verworfen, ist neuerdings mit bestem Erfolge durch v. RACHETTE (S. 243) wieder aufgenommen, und zwar unter Beseitigung des Hauptübelstandes der weiten Gichten an den alten Oefen, nämlich der grossen Höhe der Oefen und der deshalb nicht zu erlangenden hinreichenden Gasspannung. Der RACHETTE'sche Ofen besitzt eine mindere Höhe und eine zweckmässige Anordnung der Formen zur Herstellung der erforderlichen Temperatur und Pressung der Gase. Dieser Ofen hat nach auf ural'schen Hütten gemachten Erfahrungen folgende Vortheile gewährt: die Gichten gehen gleichmässiger, d. h. vollkommen successive nieder und kommen in horizontalen Lagen vor der Form an, was eine bessere Ausnutzung des Brennstoffs, eine schnellere Schmelzung und eine bessere Qualität des Schmelzproductes veranlasst und niedrigere Oefen (S. 252) zulässt, indem sich die aufsteigenden Gase in der Schmelzsäule besser vertheilen. Ein Vorrollen der Erze findet nicht statt, wenn man so chargirt, dass die Erze mehr nach der Mitte zu kommen, also beim Niedergange nicht zu dicht vor die Formen treten, wodurch ein Kaltblasen der Beschickung veranlasst werden kann.

Während in den alten Oefen zu Nischne-Tagilsk von 5420 Cbfss. Inhalt bei 24 Stunden Gichtenzeit in 24 Stunden 1850 Pud = 607 Zollctr. Erz verschmolzen werden, gehen in einem RACHETTE'schen Ofen von nur 1950 Cbfss. Inhalt bei 7 Stunden Gichtenzeit in 24 Stunden 2250 Pud = 738 Ctr. Erz durch.

Rast.

4) Rast. Die Neigung und Höhe der Rast, in welcher hauptsächlich die Kohlung des Eisens vor sich gehen soll, richtet sich hauptsächlich nach der Beschaffenheit des Brennmaterials, der Schmelzbarkeit und Kohlungsfähigkeit der Erze und der Qualität des zu erblasenden Roheisens. Flache Rasten, welche ein längeres Verweilen der Massen in der Kohlungszone gestatten, veranlassen unter Verminderung der Production eine vollständigere Kohlung des Eisens, in Folge dessen dasselbe im Schmelzraum weniger Silicium aufnimmt

1) Berggeist 1861. S. 417.

(S. 37) und leichter schmilzt, so dass eine Brennmaterialersparung entsteht, wenn auch nicht immer gerade in directem Verhältniss mit dem Rastwinkel, wie WENIGER [1]) angibt Man hat deshalb früher, z. B. auf den Oberharzer Eisenhütten, zur Erzeugung eines siliciumarmen, kohlenstoffreichen grauen Roheisens solche Oefen mit Rasten unter 45° Neigung, verbunden mit einem engen Gestell bei Anwendung von Holzkohlen und kaltem Wind, angewandt.

Da flache Rasten aber zu einem unregelmässigen Niedergang der Gichten [2]) und dadurch zu Gas- und Wärmeverlust Veranlassung geben, so hat man sie für strengflüssigere Erze bei Holzkohlenöfen, namentlich seit Anwendung erhitzten Windes bei erweitertem Gestell meist durch solche von 45° Neigung (Taf. II. Fig. 43) oder durch cylindrische Kohlensäcke [3]) (Taf. II. Fig. 39 — 41) oder durch solche mit weniger scharf ausgeprägtem Rastwinkel (Taf. II. Fig. 42, 44, 46, 47, 48), den steier'schen ähnlich, ersetzt und dadurch bei gesteigerter Production ein Eisen von nicht minderer Qualität erhalten. Zu Altenauer Hütte am Harze konnte man bei letzterer Ofenform gegen die frühere den Ersatz von 7½ auf 9½ Cubikfuss erhöhen. Für leichtflüssigere und leicht reducirbare Erze, welche mit Holkohlen auf weisses Roheisen verschmolzen werden (Spatheisensteine), lässt man sich, wie bei den Blauöfen (S. 229), die Rast in das erweiterte Gestell verlaufen (Taf. II. Fig. 38). Flache Rasten würden in mit starkem und namentlich erhitztem Winde betriebenen Koksöfen bald wegschmelzen, weshalb man bei leichtflüssigen Erzen, selbst wenn sie auf graues Roheisen verschmolzen werden, ebenfalls den Blauöfen ähnliche Constructionen (Taf. III. Fig. 58—64) oder solche mit weitem, durch eine Curve mit der Rast verbundenen Gestell (Taf. II. Fig 46; Taf. III. Fig. 65) anwendet, dagegen für strengflüssigere, auf graues Roheisen zu verschmelzende Beschickungen Oefen

1) WENIGER, pract. Schmelzmeister. S. 75.
2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 271.
3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 393.

mit deutlich ausgeprägten Gestellen herstellt, welche, bei heissem Winde weiter, mit curvenförmig in einander verlaufendem Rast- und Schachtraum (Taf. III. Fig. 66—68) in Verbindung stehen oder, namentlich bei kaltem Winde, ähnlich wie Holzkohlenöfen scharf begrenzte Rasten (Taf. III. Fig. 69, 72, 73 etc.) haben. Die steilen Rasten von 60—70°, welche man den Koksöfen gewöhnlich gibt, befördern den Eintritt der Schmelzmassen ins Gestell und somit die Vergrösserung der Production, weil ein stärkerer Hitzgrad in die Rast gebracht wird; beeinträchtigen aber die Kohlung, wodurch im Schmelzraume zu einer reichlicheren Aufnahme von Silicium unter Abscheidung von Graphit Veranlassung gegeben wird (S. 12, 37), wenn gleich hier noch eine Nachkohlung stattfindet. Die grössere Höhe der Koksöfen im Vergleich zu den Holzkohlenöfen lässt trotz der steileren Rasten eine hinreichende Vorbereitung der Erze zu.

Die innere Gestalt ausgeblasener Hohöfen (Taf. III. Fig. 77—81) führt oft zu einer passenden inneren Ofenform, namentlich hinsichtlich des Rastwinkels.

Die Höhe der Rast oder ihr Rauminhalt (Rastcapacität) muss, wie bereits (S. 245) bemerkt, mit der Grösse des Schmelzraumes in einem gewissen Verhältniss stehen und um so grösser sein, je weniger leicht die Erze sich kohlen, z. B. bei einer dicht liegenden Beschickung. Ist für ein bestimmtes Gestellvolum die passendste Rastcapacität gefunden, so nimmt durch Vergrösserung der letzteren die Production nicht zu. Nach SCHEERER [1]) gehen die belgischen Oefen am besten, wenn das Rastvolum das Dreissigfache von dem Obergestellvolum beträgt, dagegen scheint das Rastvolum eines Königshütter Hohofens von $13^1/_2$ im Vergleich zum Gestellvolum zu gering zu sein, indem selbst bei dem durch die mulmige Beschaffenheit der Beschickung längeren Aufenthalt derselben in der Rast ein kohlenstoffärmeres, strengflüssigeres Roheisen bei verminderter Production und grösserem Brennmaterialaufwand erfolgt. Dies wird theilweise auch noch veranlasst durch schwerer verbrennliche, aschenreichere Koks und vielleicht zu wenig Wind, wodurch die

1) Dessen Metallurgie. II, 94. 127.

Hitze im Gestell herabgestimmt und die Reduction des Erzes wegen minderer Bildung von Kohlenoxydgas beeinträchtigt wird.

Gestell. 5) Gestell. Die Dimensionen des runden, oblongen, elliptischen oder polygonalen Gestelles (S. 224) üben einen wesentlichen Einfluss auf die Grösse der Production und die Qualität des Roheisens aus und hängen hauptsächlich von der Beschaffenheit des zu erblasenden Roheisens, der Schmelzbarkeit der Beschickung, dem Brennmaterial und den Windverhältnissen ab. Enge und hohe Obergestelle wendet man bei strengflüssigen, auf graues Eisen zu verschmelzenden, namentlich schwerreducirbaren Erzen (z. B. bei Magneteisensteinen zur Vorwärtshütte) an, damit dieselben bei hinreichend hoher Temperatur noch einen möglichst langen Weg durch glühende Kohlen nehmen. Die engen Gestelle erhöhen die Temperatur im Schmelzraume, indem die Schmelzmassen in einer gewissen Zeit mit einer grösseren Menge heisser Gase in Berührung kommen, wodurch sie stärker erhitzt werden. Weite und niedrige Gestelle passe nfür leichtreducirbare und leichtschmelzige Erze, mögen sie auf weisses (S. 239) oder auch auf graues Roheisen, z. B. Kohleneisensteine[2]) (S. 240), verschmolzen werden, und zwar gestatten Koks verhältnissmässig weitere Gestelle, als Holzkohlen, namentlich bei Anwendung von erhitztem Wind, weil sie beim Verbrennen höhere Temperaturen geben, sowie höhere Gestelle, weil sie bei ihrer grösseren Dichtigkeit weniger

cher sich graues oder weisses Roheisen bilden soll, Menge, Pressung und Temperatur der Gebläseluft, sowie auch das relative Brennmaterialquantum wichtige Factoren sind, so bedarfs doch für jede Beschickung, um hinsichtlich der absoluten Roheisenproduction und des relativen Brennmaterialverbrauchs die günstigsten Verhältnisse zu erzielen, einer bestimmten Weite und Höhe des Gestelles, welche ausprobirt werden muss. Bei einem zu weiten Gestelle für Oefen, die auf graues Roheisen gehen, bildet sich leicht halbirtes oder weisses Roheisen, zuweilen bei ganz gaarer Schlacke (wo man dann zur Verengerung des Gestelles durch die Formen wohl Quarz oder andere strengflüssige Substanzen einbringt; auch verengern zuweilen Frischeisenansätze das Gestell von selbst; MEYER[1]) hält die Entstehung eines Pelzes an den Gestellwänden für ein Erforderniss zum guten Ofengang). Bei Herstellung von weissem Roheisen veranlasst ein zu weites Gestell Versetzungen im Herd und Rohgang wegen unvollständiger Reduction und Kohlung des Eisens.[2]) Zu enge Gestelle werden rascher zerstört und gestatten wegen der nur anzuwendenden geringern Windpressung keine hohe Production.

Die Weite runder Gestelle findet ihre Grenze (meist bei 5 Fuss Durchmesser) in der Unmöglichkeit, selbst bei gleichmässiger Vertheilung der Formen an der Peripherie den Wind in die Mitte zu führen, was zur Herstellung elliptischer (S. 242) und oblonger Gestelle (S. 242) Veranlassung gegeben hat. In Belgien, Frankreich und Westphalen hat man unter Verzichtung auf sehr grosse Productionsmengen die grosse Weite mancher englischen, namentlich der schottischen Gestelle[3]), in denen die leichtflüssigen, reichen Kohleneisensteine zur Verschmelzung kommen, und die hohen Windpressungen nicht nachgeahmt, weil sich mit ersteren die Schwierigkeiten des Betriebes (Arbeiten im Herd, Aufgeben, Abfangen der Gase etc.) mehren.

Die Erweiterung des Gestelles nach oben (Dossi-

1) Oesterr. Ztschr. 1862. No. 44.
2) Oesterr. Ztschr. 1856. S. 22.
3) HARTMANN, Fortschr. IV, 93. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 340.

rung), welche den Niedergang der Materialien erleichtert, die Rast vor zu starker Hitze schützt und den Schmelzraum vergrössert, so dass der Schmelzpunct nicht zu hoch steigt und eine grössere Menge Roheisen im Gestell gehalten werden kann, hängt hauptsächlich von der Beschaffenheit des Erzes und Brennmaterials und den Windverhältnissen ab.

Berechnung der Dimensionen.

Man hat nun hinsichtlich der Gestelldimensionen etc. nachstehende Regeln aufgestellt, von denen man wohl ausgehen kann, die aber, als zu allgemein, manche Modificationen je nach den Localverhältnissen erleiden:

Die Höhe des Gestelles beträgt, je nachdem man weisses oder graues Eisen erzeugen will, $^1/_7$—$^1/_8$ der ganzen Ofenhöhe, und zwar bei Holzkohlenöfen von 22 — 25 Fuss Höhe 4—$4^3/_4$ Fuss, von 35—38 Fuss Höhe 5—6 Fuss, bei Koksöfen von 41—44 und 48—51 Fuss Höhe resp. 6—$6^1/_2$ und $6^1/_2$—7 Fuss hoch.

Annäherungsweise ist die Höhe des Obergestelles für leichtflüssige Beschickungen nach MAYRHOFER[1]) $= 88{,}59 \times 0{,}3^{(B-1)} \sqrt{f}$ und für eine strengflüssige $= 102{,}57 \times 0{,}3^{(B-1)} \sqrt{f}$. Es ist

B = dem Gewichte des Beschickungsquantums, welches mit 1 Pfd. Brennmaterial durchgesetzt werden kann. Für die leichtflüssigste Beschickung ist B = $^8/_3$, für die strengflüssigste = $^9/_4$ und in den meisten Fällen = $^5/_2$.

$$f = \frac{[1 + 0{,}0046(t - t')] (1 \pm 0{,}0046\, t)\, 39{,}25 \times 0{,}8442^{(n-1)} \times n^2}{1617{,}9786 \sqrt{x\, h\, (h + x)}\, (1 + 0{,}0046\, t)}$$

worin

t = der Temperatur der äussern Luft.
t' = der Temperatur der erhitzten Luft.
h = dem Barometerstand in Zollen.
x = der Windpressung in Linien Quecksilber.
n = dem Durchmesser des Kohlensackes.

Da alle Constructionen für kalten Wind geschehen müssen, so nehme man t = t' = 10 und h = 28,64. Beim doppelten Zeichen wird + genommen.

Der Durchmesser des Gestelles bei der Form ist

1) Bgwfd. IX, 106, 154.

für leichtflüssige Erze annäherungsweise = 10,13 $\sqrt{f}$ und für strengflüssige = 8,75 $\sqrt{f}$.

Die Erweiterung des Gestelles darf bei leichten Kohlen und leichtflüssiger Beschickung höchstens $^1/_{20}$ von der Höhe des Gestelles betragen; bei leichten Kohlen und weniger zerreiblichen Erzen, sowie bei reichen Erzen und harten Kohlen $^1/_{15}$; bei leichten Koks und leicht zerreiblichen Erzen $^1/_{12}$, bei dichten Koks und harten Erzen $^1/_{10}$—$^1/_9$.

Herd.

6) Herd oder Eisenkasten. Der Raum unter der Form muss zur Aufnahme des in einer gewissen Zeit, z. B. zwischen zwei Abstichen, erfolgenden Roheisens hinreichend geräumig und gegen Abkühlung desselben geschützt sein, weshalb man da, wo die Abkühlung am grössten ist, möglichst kleine Flächen anbringt. Aus diesem Grunde zieht man in englischen Hohöfen mit grossem Gestelldurchmesser die Formwände gegen Tümpel und Vorherd zusammen. Ein zweckmässiges Verhältniss zwischen Höhe, Breite und Länge ist 1 : 1,2 : 3,33, wobei man die Herdbreite von der nöthigen Gestellbreite abhängig macht. Wiegt 1 Cbfss. Roheisen 4,5 Ctr. und soll der Herd in 24 Stunden Q. Ctr. davon aufnehmen, so muss er folgenden Inhalt haben:

$$h \;.\; 1,2\,h \;.\; 3,33\,h = \frac{Q}{4,5} \quad \text{oder}$$

$$h = \sqrt[3]{\frac{Q}{18}}$$

wo dann b = 1,2 h und l = 3,33 h.

Tümpel.

7) Tümpel. Bei kleinen Holzkohlenöfen macht man den Tümpel unten 12 — 15 Zoll, bei grösseren 21 — 23 Zoll stark und legt ihn mit der unteren Fläche ins Niveau der Formen, weil alsdann die Schlacke gut abfliesst. Bei Kokshohöfen gibt man dem Tümpel 23—30 Zoll Dicke und legt seine Unterkante 1½ — 4 Zoll, gewöhnlich 2 Zoll über die Ebene der Formen, indem bei dieser Lage der Schlackenabfluss und die Arbeit im Herde, welche bei Koksöfen zur Verhütung von Versetzungen öfters geschehen muss, erleichtert wird, dagegen aber ein häufigeres Ausbrennen des Tümpels wegen grösseren Einflusses des Temperaturwechsels an der Unterfläche eintritt. Bei Anthracitöfen (S. 204) lässt

man die Asche vom Winde unter dem Tümpel fortwährend ausblasen. Nur bei kleinen Oefen und sehr flüssigen Schlacken reicht wohl der Tümpel etwas (23—27 Linien) bis unter die Formen hinab. Der Schöpfherd muss dabei geräumig sein. Bei kleinen Holzkohlenöfen beträgt die Entfernung von der äussern Kante des Tümpels bis zum Wallstein 11—13 Zoll, bei grössern 15—16 Zoll, bei Koksöfen 23—26 Zoll.

Wallstein.

8) Wallstein. Damit bei zähflüssigen Schlacken die Formen nicht verstopft werden und erstere gut abfliessen können, legt man die Oberfläche des etwa 60° nach innen abgeböschten Wallsteins, z. B. bei Holzkohlenöfen, 1½—3 Zoll unter das Formniveau. Bei dünnflüssiger Schlacke, wie sie sich meist in Kokshohöfen erzeugt, trägt es, wie namentlich die Versuche von Eck[1]) erwiesen haben, zur Conservirung des Gestelles, zum Zusammenhalten der Wärme und zum Schutze des Roheisens gegen den oxydirenden Einfluss des Windes bei, wenn man den Wallstein bis 10 Zoll über das Formniveau emporragen und die flüssige Schlacke vom Winde über den Wallstein treiben lässt. Auf englischen Hütten[2]) erhöht man den Wallstein besonders dann 5—6 Zoll über den Tümpel, wenn viel Frischschlacken mit verschmolzen werden. Der Wind bläst dann durch die Schlacken, und die Wände des Herdes sind geschützter. Gewöhnlich erhebt sich der Wallstein aber nicht über 2 Zoll übers Formniveau.

Formen.

9) Formen. Hierbei kommt in Rücksicht:

Anzahl.

a) die Anzahl der Formen. Diese hängt von der Grösse des Hohofens und der zuzuführenden Windmenge ab. Nach Tunner's Untersuchungen[3]) bildet sich vor jeder Form ein eigener Verbrennungsraum, welcher sich von der Formmündung aus in der Richtung des Windstromes auf höchstens 1½ Fuss erstreckt und in dessen Mitte die heisseste Stelle, der Focus, von etwa 6 Zoll Erstreckung sich befindet. Weder durch stärkere Windpressung, noch durch Vergrösserung von Düsen- oder Formmündung gewinnt dieser Raum wesent-

1) B. u. h. Ztg. VII, 745.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 254.
3) Leoben. Jahrb. 1860. IX, 297. B. u. h. Ztg. 1860. S. 208.

lich an Ausdehnung. Hiernach wird es erforderlich, zur Herstellung möglichst gleichmässiger Temperaturen im Formquerschnitt je nach der erforderlichen Windmenge mehr oder weniger Formen anzuwenden, und zwar zwei, wenn das Windquantum über 600—700 Cbfss. pro Min. beträgt, drei bei über 2000 — 2400 Cbfss. u. s. f. Man ist auf diese Weise bei Oefen mit bedeutendem Gestellquerschnitt in England und Schottland zu Oefen mit 4—10 und mehr Formen und bis zu Windmengen von 10000 Cbfss. pro Minute gelangt.

Hat man nur 1 Form', so legt man sie gewöhnlich an die eine Wange mehr nach der Rückseite zu (Taf. II. Fig. 27), um an diesem schwer mit dem Rengel zu erreichenden Theile die Ansatzbildung möglichst zu vermeiden; 2 Formen kommen in den Wangen einander so gegenüber zu liegen, dass die Windstrahlen neben einander hinfahren (bis 10 Zoll) und sich nicht treffen (Taf. II. Fig. 24, 28) oder die eine Form ist etwas nach hinten gedreht (bis 6 Zoll); eine hinzukommende dritte gewöhnlich engere Form — damit durch ein rücksässiges Niedergehen die Rückwand nicht zerstört wird — kommt in die Rückseite, und zwar mit den beiden andern nicht in einer Ebene. Bei 4 Formen legt man 2 in die Rückwand und je eine an jede Seitenwand (Grevigné in Belgien); zuweilen bringt man noch eine Form in der Arbeitsseite an, welche dann kalten Wind zuführt, während durch die übrigen heisser Wind strömt [Dowlais[1])]. Bei mehr Formen (meist nicht über 5—7) und rechtwinkligem Herd legt man mehrere in jede lange Seite; bei rundem Herd (gewöhnlich bei Gestelldurchmessern über 5,5 Fuss) vertheilt man dieselben nach Sefström'schem Principe an der Peripherie des Gestelles (Taf. I. Fig. 20,21) und richtet sie gegen die Mitte desselben oder mehr nach vorn). Diese Einrichtung trägt zwar zur Conservirung des Gestelles wegen dessen Abkühlung an vielen Puncten bei, allein es steigt mit der Anzahl der Formen die Grösse des Windverlustes, die Arbeit des Ueberwachens wird schwieriger, es kommen beschwerlichere und zahlreichere Reparaturen vor u. dgl. mehr, weshalb

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 428.

man in England[1]) und auch in Westphalen[2]) mehrfach wieder zu 3—4 Formen mit grösseren Dimensionen bei verstärkter Windpressung übergegangen ist. Bei zu viel und zu dünnen Windstrahlen dringt der Wind nicht gehörig in die Mitte. Da nach den erwähnten TUNNER'schen Beobachtungen der Focus vor jeder Form eine gewisse Erstreckung nicht überschreitet, so kann bei Anwendung des SEFSTRÖM'schen Princips und grossen Gestellweiten ein Theil der Kohle im Centrum des Ofens sich der Verbrennung entziehen, weshalb in solchem Falle die v. RACHETTE'sche Ofenconstruction (S. 242) mit oblongem Gestell und mit an dessen langen Seiten wechselseitig gegenüber liegenden Formen oder geschlitzten Formkästen den Vorzug verdient.

Windmenge. Zur Ermittlung der einem Hohofen zuzuführenden Windmenge sind Regeln[3]) von LE BLANC und WALTER, KARSTEN, v. MAYRHOFER, SCHEERER, THOMAS und LAURENS, JULLIEN u. A. angegeben, welche aber in vielfacher Hinsicht den in der Praxis gemachten Erfahrungen nicht entsprechen, weil nicht alle influirenden Umstände dabei in Rücksicht gezogen wurden oder werden konnten. Von allen diesen Regeln ist die SCHEERER'sche die am häufigsten zutreffende, nach welcher man das Gebläse so stark einzurichten hat, dass dasselbe bei mittelstarker Pressung (2—3 Zoll Quecksilber) und gewöhnlicher Düsenweite in der Minute soviel Wind von atmosphärischer Dichte liefert, als ungefähr der Inhalt des Ofenschachtes beträgt. Für graues Eisen möchte in manchen Fällen mehr Wind erforderlich sein. Häufig bewährt sich nach TUNNER auch die practische Regel, dem Ofen pro Minute so viel Luft zuzuführen, als er Ctr. Eisen in der Woche producirt.

Die Berechnung der Windmenge aus dem Düsenquerschnitt und der Pressung (I. 661) ergibt meist ein zu hohes Resultat, weil immer ein Theil des Windes, selbst bei geschlossenen Formen, entweicht und an der Schmelzsäule im

1) HARTMANN, Fortschr. IV, 95.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 244.
3) B. u. h. Ztg. 1861. S. 4, — HARTM., Vademec. f. d. Eisenhüttenmann. 1863. S. 160.

fen Widerstand findet. Man hat jedoch, — wenn man die nach dieser Methode erhaltenen Windmengen mit denjenigen vergleicht, welche sich ergeben, wenn die Luftmengen berechnet werden, welche der verbrauchte Brennstoff beim Verbrennen zu Kohlensäure erfordert (1 Pfd. Kohlenstoff macht 31,5 Cbfss. Sauerstoff oder 155 Cbfss. Luft nöthig) — hinreichend genau übereinstimmende Resultate erhalten, z. B. auf vielen englischen Hütten.[1]) Man verbrauchte auf 1 Pfd. Kohlenstoff zu Dowlais 167, in Staffordshire 144, in Swansea 195 Cbfss. Luft; bei schottischem Kohleneisenstein aber nur 57 Cbfss. Trotz dieses Missverhältnisses lässt sich derselbe wegen seiner Leichtflüssigkeit doch verschmelzen, aber bei grosser Brennmaterialverschwendung, grossem Zeitverlust und Entstehung eines unreinen Eisens.

Es hat nun neuerdings BUSCHBECK[2]) die auf vielen verschiedenen Hütten wirklich verbrauchten Windmengen unter thunlichster Berücksichtigung aller einschlagenden Umstände (Ofendimensionen, Beschaffenheit von Erzen und Brennmaterialien, Windpressung und Windtemperatur, mehr oder weniger vollständiger Abschluss der Düsen etc.) ermittelt und danach das Windbedürfniss pro Quadratfuss Kohlensackquerschnitt bei atmosphärischer Dichte und 10° mittlerer Temperatur wie folgt angegeben:

A) Bei Holzkohlenöfen:

α. Bei Spiegeleisen 17—23 Cbkfss., Pressung 1 bis 2½ Zoll Quecksilber, 160—250° Windtemperatur (Thüringen, Steyermark, Kärnthen).

β. Bei Weisseisen aus Beschickungen von mittlerer Schmelzbarkeit und geringerer Production bei gleichem Kohlensack 8—13 Cbkfss., Pressung 1,5—3 Z[illegible] Temperatur [illegible]0—225° (Schleiz, Concord[illegible] [illegible]te [illegible]sprung).

γ. Bei grauem Roheise[illegible] [illegible]flüssiger Beschickung, mittlerer Pre[illegible] mittlerer Windtemperatur, [illegible] Erze [illegible]
[illegible]

phan); bei geringerer Ofenhöhe (Spremberg in der Niederlausitz) und langsamerem Gichtenwechsel trotz Leichtflüssigkeit der Erze 5,166 Cbkfss. und bei grösseren Productionen je nach der Pressung 6,58 Cbkfss. (Lauchhammer), ja sogar 14—15 Cbkfss. (Rothehütte am Harz).

δ. Bei grauem Roheisen aus strengflüssigen, schwer reducirbaren und dicht liegenden Erzen, mittlerer Pressung von 2,5 Z. und angemessener Ofenhöhe 15,25 Cbkfss. (Malapane) und bei stärkerer Pressung 14,5 Cbkfss. (Wengers-Gorka in Oest. Schlesien); bei niedrigeren Oefen mit geringer Production und höherer Pressung 6,5 Cbkfss. (Berggiesshübel in Sachsen). Auffallend ist der hohe Windbedarf von Königsbronn in Würtemberg (18,70 Cbkfss.), von Lünen in Wesphalen (13,60 Cbkfss.) und von Katzhütte in Thüringen (11,11 Cbkfss.).

b') Bei Kokshohöfen:

α. Bei mittleren Pressungen von 3—4 Zoll, nicht dicht liegenden und nicht sehr strengflüssigen Erzen bei einer täglichen Production von 73—215 Ctr. 13—17 Cbkfss. (Schleiz, Sayn, Nivern); bei geringen Pressungen von 1,5 Zoll (Marienhütte bei Zwickau) bis 23,7 Cbkfss.; bei starker Production in Folge grösserer Ofenhöhe, leichter Reducirbarkeit und mittlerer Pressung von 3,5 Zoll bis 24 Cbkfss. und bei hoher Pressung und starker Production auf 14 bis 20 Cbkfss. fallend (Espérance und Seraing in Belgien).

β. Dicht liegende und strengflüssige, keinen schnellen Gichtwechsel zulassende Erze erfordern bei kleinem Kohlensack (Königshütte, Gleiwitz) 15,5—18,04 Cbkfss., bei weiterem Kohlensack (Königshütte, Gleiwitz) nur 12,38 bis 15,38 Cbkfss.

Die steyerschen Blauöfen mit 1 Düse von $1^3/_4$ Zoll Durchmesser erfordern 250—300 Cbkfss. Wind pro Minute, die grössten mit 5 Formen von 3 Zoll Düsendurchmesser und $2^1/_2$—3 Pfd. Pressung etwa 7500 Cbkfss. Die grossen schottischen Hohöfen[1]) (S. 240) bedürfen pro Tonne Roheisen 5000—5500, pro Minute 90 und pro Cubikmeter

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 246. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 24 95, 230.

Schachtraum 0,50 Cubikmeter Luft; die Waleser Oefen für Frischroheisen pro Tonne Roheisen 5000—5800, pro Minute 80—95 Cubikmeter Luft, der grosse Ofen zu Dowlais (Taf. III. Fig. 59—61) für eine Capacität von 230 Cubikmetern 180 Cbkmet. Luft; die Oefen in Staffordshire und Cleveland (Taf. III. Fig. 70, 72), welche ärmere Erze, als in Schottland verschmelzen, erfordern pro Tonne graues Roheisen bei erhitztem Wind 6000—7000 oder pro Cubikmeter Capacität 0,55—0,65 Cubikmet., bei kaltem Wind resp. 8000 und 0,70 Cubikmet. Luft. Man rechnet in England auf 1 Tonne Roheisen bei Thoneisensteinen 25 und bei Kohleneisensteinen 8 Tonnen Luft; von ersteren erfolgen auf jedes Cubikyard Ofenräumlichkeit wöchentlich 2,5, von letzteren 34 Ctr. Roheisen und Schlacke, so dass 1 Tonne Metall und Schlacke bei Thoneisensteinen mit 8 und bei Kohleneisensteinen mit 4 Tonnen Luft dargestellt wird. Belgische Koksöfen erhalten pro Minute 2880—3640 Cbkfss. Wind.

Die verhältnissmässig geringere Production mancher grosser Oefen im Vergleich zu kleineren ist häufig Folge einer nicht hinreichenden Menge zugeführter Luft, wo dann ein der aufgegebenen Brennmaterialmenge nicht entsprechendes Sauerstoffquantum vorhanden ist, was auf die Verbrennungstemperatur, den Brennmaterialverbrauch und die Qualität des Roheisens einen ungünstigen Einfluss ausübt.[1]) Zu Ulverstone[2]) steigerte man z. B. die Wochen-Production von 593 auf 684 Tonnen Roheisen durch Vermehrung des Windquantums von 9000 auf 10000 Cbkfss. pro Minute. Führt man einem Ofen zu viel Wind zu, so steigt ohne Vermehrung oder bei Verminderung[3]) der Production der Brennmaterialverbrauch, die Schlacken werden leicht kalt geblasen, die Gase steigen mit zu grosser Geschwindigkeit auf, was die Reduction und Kohlung beeinträchtigt[4]), und es entstehen bei rascherem Ofengange weniger gekohlte, strengflüssigere Roheisensorten.

---

1) Allgem. b. u. h. Ztg. 1862. S. 401; 1863. S. 65, 190.
2) Turner, Ber. über die London. Ind.-Ausst. v. 1862. S. 33.
3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 391.
4) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 150.

Dieselbe Wirkung, welche zu viel oder zu wenig Wind ausübt, bringt bei unveränderter richtiger Windmenge eine Vermehrung oder Verminderung der Brennmaterialmenge hervor, nämlich Verringerung der Production und grösseren Brennmaterialaufwand.[1])

Einwirkung feuchter Luft.

Die Menge der mit der Gebläseluft in den Ofen gelangenden Feuchtigkeit richtet sich nach der Windmenge und dem Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre und influirt wegen dadurch bewirkter Abkühlung auf die Qualität des Roheisens und den Brennstoffaufwand, weshalb sich diese Verhältnisse im Frühjahr und Winter günstiger, als im Sommer und Herbst gestalten. In England[2]) z. B., wo die Luft bei gewöhnlichem trocknen Wetter 1,42 % Feuchtigkeit enthält, sind bei bei einer Production von 128 Tonnen Roheisen pro Woche auf dieses Quantum 3000 Tons Luft (25:1) erforderlich, mit welcher fast 43 Ton. Wasser in den Ofen gelangen, welches Quantum sich in den genannten ungünstigeren Jahreszeiten verdoppeln kann. Auf dem Dowlaiswerke producirte man nach einem mehrjährigen Durchschnitte unter sonst gleichen Umständen im Winter 4—5 % besseres Roheisen mehr, als im Sommer.

Formeinrichtung.

b) Die Einrichtung der Formen. Bei Holzkohlenöfen findet man noch häufig einfache eiserne oder kupferne Trockenformen (I. 430, 659), zuweilen jedoch auch Wasserformen (I. 431, 659), letztere immer bei Koksöfen, und bei höheren Pressungen geschlossen (I. 432). Bei offenen Formen schlägt um so mehr Wind zurück, die Compression der Gase im Gestell wird um so geringer und ihr Aufwärtsströmen um so weniger lebhaft, je grösser die Querschnittsdifferenz zwischen Düsen- und Formöffnung ist und je weiter die Düse in der Form zurückliegt. Durch Schadhaftwerden der Wasserformen sind zuweilen Explosionen[3] vorgekommen (Dudley, Stolberg), was bei den Wasserformen mit Schlangenrohr (I. 43) weniger stattfinden kann (Ulverstone). Der Durchmesser des Formrüssels lässt

1) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 190.
2) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 229. 231
3) Schles. Wochenschr. 1859. No. 23.

sich durch Einbringen von gusseisernen Einlagen oder durch Steckformen (I. 658) verringern. Die Düse liegt in der Form meist fest und zur Herstellung des Verschlusses wird zwischen beide ein Ring geschoben (I. 432); zuweilen macht man aber auch die Düse selbst in vertikaler, horizontaler und seitlicher Richtung beweglich [Königshütte][1]), um sie für die verschiedensten Gestelldimensionen und Formhöhen benutzen zu können (I. 658).

Der Durchmesser der Düse hat bei gleichen ausströmenden Windmengen wesentlichen Einfluss auf die Pressung des Windes und diese richtet sich wiederum nach der Dichtigkeit des Brennmaterials (I. 661), nach der Höhe der Oefen, nach dem mehr oder weniger Dichtliegen des Erzes, kurz nach den im Ofen zu überwindenden Reibungswiderständen. Sowohl durch Vermehrung der Windmenge, als auch durch Erhöhung der Windpressung ist man im Stande, die Temperatur im Hohofen und dadurch die Production zu erhöhen, und beide stehen in solchem Zusammenhange, dass durch eine geringere Menge stärker gepressten Windes dieselbe Temperatur sich erzeugen lässt, als durch eine grössere Menge schwächer gepressten Windes. Hinsichtlich der Brennmaterialersparung ist das erstere Verhältniss vorzuziehen, erreicht aber seine Grenze, sobald in Folge der verminderten Brennmaterialmenge nicht hinreichend reducirende und kohlende Gase sich erzeugen. Die Pressung beträgt bei Holzkohlen $^3/_4$—$2^1/_2$, zuweilen 3 und nur selten bis 4 Zoll und mehr (die grössten 5 förmigen steyerschen Blauöfen haben $2^1/_2$—3 Pfd. Pressung); bei Koks gewöhnlich 3—6, selten unter 2 und zuweilen 7—8 Zoll, bei Anthracit 6—8,25 Zoll Quecksilbersäule.[2]) Die Düsenweite beträgt bei Holzkohlenöfen mit 1 Düse $1^1/_2$—$2^5/_8$ Zoll, mit 2 Düsen $1^1/_2$—$2^1/_2$ Zoll; bei Koksöfen mit 1 Düse 3 bis 4 Zoll; bei 2—3 Düsen 2,25—4 Zoll, mit mehr Düsen bei geringer Production 2 und bei grosser Production 3—$3^1/_2$ Zoll. Die grossen sibirischen Holzkohlenöfen haben Düsen von

Windpressung.

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 341. Taf. 10. Fig. 1 und 2.

2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 5; 1862. S. 246 (1 preuss. Pfund Pressung pro Q.-Zoll nahe = 2 Z. Quecksilbersäule). Die stärkste Pressung, bis 35 Zoll Quecks., kommt beim Bessemerprozess vor.

5 Zoll Durchmesser. Zuweilen sind die Durchmesser der einzelnen Düsen verschieden, z. B. am FRIDAU'schen 5förmigen Ofen zu Vordernberg (Taf. II. Fig. 29) eine Düse von 12, zwei von 24, eine von 26 und eine von 27 Lin. Weite.

Eine Steigerung der Windpressung kann erforderlich werden, wenn die Luft stark mit Wasserdämpfen[1]) beladen ist (I. 174, 667); nur noch selten leitet man mit der Gebläseluft absichtlich Wasserdämpfe in den Ofen [Leeds].[2]) Ein geringer Feuchtigkeitsgehalt derselben kann zur Entfernung des Schwefels aus dem schmelzenden Roheisen beitragen; gewöhnlich aber haben wenig Wasserdämpfe gar keine Wirkung, viel dagegen kühlen ab.

Die Windpressung ist die richtige, wenn das Verbrennen des Brennmaterials gleichmässig im Querschnitt des Formniveau's stattfindet; sowohl bei zu schwacher, als zu starker Pressung steigt unzersetzte Luft im Gestell empor, die Temperatur nimmt vor der Form ab und erhöht sich nach oben, und es tritt eine unerwünschte Erweiterung des Gestelles ein. Mit der Windpressung steht die Geschwindigkeit und Spannung der abziehenden Gase im Zusammenhang, welche auf die Reduction und Kohlung des Eisens influirt und durch eine entsprechende Ofenform, namentlich eine weitere oder geringere Gicht (S. 239) modificirt werden kann.

Manometermessungen an der Gicht würden eben so nützlich sein, als solche vor der Düse, wie die von TUNNER[3]) angestellten Versuche ergeben haben.

Intermittirender Wind (I. 627), bei welchem die Gase längere Zeit mit den Schmelzmassen in Berührung bleiben sollten, hat sich nicht bewährt.

Formlage.

c) Die Lage der Form. Hierbei kommt in Betracht:

α. die Höhe der Form über dem Sohlstein. Man kann die Form um so höher legen, je leichter die Schmelzmassen sich im Eisenkasten hitzig erhalten lassen, je höher

1) HARTMANN, Fortschr. I, 171. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 55. — Allgemeine b. u. h. Ztg. 1863. S. 159.
2) Polyt. Centr. 1857. S. 513. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 130; 1861. S. 17.
3) Leoben. Jahrb. 1860. IX, 160, 286.

die Temperatur vor der Form und je mehr das Roheisen im Herd vor dem Winde zu schützen ist. Daher kommen sie in Koksöfen höher (etwa 2 Fuss), als in Holzkohlenöfen (12—18 Zoll) über dem Bodenstein zu liegen, und zwar bei Giessereiroheisen höher, als bei Frischereiroheisen, z. B. in Schweden [1]);

β. die grössere oder geringere Neigung der Form (I. S. 433). Gewöhnlich liegen die Formen horizontal, namentlich bei Darstellung von Frischroheisen, dann auch wohl etwas geneigt, wobei eine theilweise Entkohlung des Roheisens und eine Entfernung schädlicher Stoffe (Schwefel, Arsen, Phosphor, Silicium, Erdmetalle) stattfinden kann. Bei Erzeugung von Giessereiroheisen gibt man denselben zuweilen ein Ansteigen von 3—5, ja selbst bis 14°, wodurch die Gichten rascher heruntergeholt, also die Production vermehrt und das Roheisen mehr vor dem Einfluss der Gebläseluft im Herde geschützt wird. Durch eine derartige Ausdehnung der Schmelzzone verringert sich aber die Temperatur in derselben, die übrigen Zonen verkleinern sich, die Erze werden weniger vorbereitet und es erfolgt leicht bei hinzutretenden kleinen Störungen oder bei nicht ganz richtiger Ofenconstruction, namentlich zu steiler Rast, Rohgang. Gut geröstete strengflüssigere Erze bleiben lange genug im Ofen und gestatten ein grösseres Ansteigen der Form, als leichtflüssigere;

γ. die Entfernung der Düsenmündung von der Formmündung, welche auf die Spannung der Gase im Ofen, das Zurückprallen des Windes, die Conservation der Form etc. von mehr oder weniger Einfluss ist.

Entwurf eines Kokshohofens.

Beispiel eines Entwurfes zu einem Kokshohofen nach der LINDAUER'schen Formel (S. 248). Welche Dimensionen sind einem Kokshohofen zu geben, welcher bei einer täglichen Production von 200 Ctr. grauem Giessereiroheisen Eisensteine von nachstehender Zusammensetzung verschmelzen soll:

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 126.

	Rotheis.	Brauneis.
Eisenoxyd	60	40
Kieselsäure	30	25
Thonerde	—	20
Kalkerde	6	—
Talkerde	4	—
Manganoxyd	—	5
Kohlensäure u. Wasser . .	—	10
	100	100

Der Anforderung, dass man beim Gattiren und Beschicken die Bildung einer Singulosilicatschlacke (S. 152) mit nicht über 15% Thonerde (S. 145) erstreben muss, wird am zweckmässigsten entsprochen, wenn man 58% Rotheisenstein mit 42% Brauneisenstein gattirt, wo dann die Gattirung nachstehende Zusammensetzung hat:

	58 Rotheis.	42 Brauneis.	100 Gattirung.
Eisen	24,4	11,8	36,2
Kieselsäure . . .	17,4	10,5	27,9
Thonerde	—	8,4	8,4
Kalkerde . . .	3,5	—	3,5
Magnesia	2,3	—	2,3
Manganoxyd . . .	—	2,1	2,1
Kohlens. u. Wasser .	—	4,2	4,2
Sauerstoff	10,4	5,0	15,4
	58,0	42,0	100,0

Fügt man zu 100 Pfd. dieser Gattirung noch 32 Pfd. reinen Kalkstein mit 17,9 Pfd. Kalkerde, so erhält man in 132 Pfd. Beschickung 62,1 Pfd., also in 100 Pfd. 47,1% schlackengebende Bestandtheile und 27,4% Eisen. Wird nun angenommen, dass von ersteren beim Schmelzen 1,5% durch Zersetzung von Kieselerde etc. verloren gehen, so werden von dieser Beschickung wohl nicht mehr als 45,6% Schlacken von folgender ungefährer Zusammensetzung des Singulosilicates erfolgen:

Kieselsäure	43,0	mit 22,5	Sauerstoff.
Thonerde	14,0	„ 6,5	„
Kalkerde	35,5		
Magnesia	4,0	„ 43,0—13,5	„
Manganoxydul . . .	3,5		

Da ein Schmelzverlust von etwa 1,5 % Eisen eintritt, letzteres aber bis 7 % fremde Bestandtheile aufnimmt, so werden die 27,4 % Eisen in der Beschickung 29 % graues Roheisen liefern und sich das Verhältniss von Roheisen zu Schlacke wie 100 : 157 stellen, welches bei nicht sehr stark gepresstem Wind völlig ausreicht (S. 159).

Beträgt nun der Koksverbrauch für 100 Pfd. Roheisen 200 Pfd. = k, der Kalksteinzuschlag zu 100 Pfd. Gattirung 32 Pfd. = c, das Gewicht von 1 Cbfss. Beschickung 85 Pfd. = γ, das Gewicht von 1 Cbfss. Koks 25 Pfd. = γ', der Eisengehalt der Gattirung nach Abzug des Schmelzverlustes 35 % = q', die Gichtenzeit 38 Stunden = Z und die projectirte Roheisenproduction in 24 Stunden 20000 Pfd. = E, so ist nach der LINDAUER'schen Formel (S. 248)

$$D = 0{,}8883 \sqrt[3]{\left(\frac{k}{100\,\gamma'} + \frac{100 + c}{q'\,\gamma}\right)\frac{Z}{24} \,.\, E}$$

der Kohlensackdurchmesser, wenn man obige Werthe in die Formel setzt, = 14,02 Cbfss., welcher mit dem der belgischen Oefen (Taf. I. Fig. 11) von gleicher Productionsfähigkeit wohl übereinstimmt. Die Gichtweite = 0,5 D = 0,5 . 14 = 7 Fuss entspricht einem häufig angenommenen Verhältnisse (S. 256), kann aber füglich um einige Fuss erweitert werden, um die Vortheile weiter Gichten zu erzielen (S. 255). Die Schachthöhe incl. der Kohlensackhöhe h = 2,378 D + 0,113 D = 2,5 . 14 = 35 Fuss ist, wenn man belgische und andere Oefen zum Anhalten nimmt, zu bedeutend, was auch folgende Berechnung ergibt. Erfahrungsmässig rechnet man bei belgischen und vielen englischen Oefen auf 1 Ctr. graues Roheisen 12 Cbfss. Schachtraum (S. 254), so dass eine Production von 200 Ctr. Eisen 2400 Cbfss. Schachtraum erfordern würde. Hat der Schacht die Gestalt eines abgestumpften Kegels von 7 Fuss oberem und 14 Fuss unterem Durchmesser, so beträgt bei 2400 Cbfss. Inhalt die zugehörige Höhe 22,7 Fuss. Dieser kann man noch einige Fuss (bis 25) zusetzen, wenn die Erze im ungerösteten Zustande verschmolzen werden, damit sie sich besser vorbereiten.

Die Rasthöhe beträgt 0,84 D = 11,8 Fuss bei 65° Neigung und ist ziemlich zutreffend, vielleicht 1 Fuss zu

hoch; die Gestellhöhe = 0,667 D = 9 Fuss, möchte ı
8 Fuss zu verringern sein und dann für die Erzeugung ei
grauen Eisens aus vorwaltend kieseligem Eisenstein pass
sowie auch dafür eine 2 Fuss hohe Lage der Form ül
dem Sohlstein.

Die obere Weite des Gestelles = 0,25 D = 3 F
6 Zoll passt und verringert sich zur Erzeugung eines re
hitzigen dunkeln Giessereiroheisens zweckmässig bis ı
Form auf 2 Fuss 6 Zoll, von wo aus das Untergestell se
recht niedergeht. Der Herd, welcher während 12 Stund
100 Ctr. Roheisen zu fassen hat, muss, da 1 Cbfss. R
eisen = 4,4 Ctr., 23 Cbfss. Inhalt haben, also bei den
gebenen Dimensionen des Untergestelles von 2 Fuss Hö
und 2,5 Fuss Breite 4 Fuss 7 Zoll Länge erhalten.

Die ganze Höhe des Ofens vom Sohlstein bis zur Gi
beträgt danach 44—45 Fuss.

B. Gebläse und Winderhitzungsapparate.

Gangbare Gebläse.

§. 23. Gebläse. Man wendet zur Hervorbringung
erforderlichen Windpressung meist doppelt wirkende C
lindergebläse an, und zwar findet man in England[1]) m
Balanciergebläse mit stehendem Cylinder (I. 588, 610),
tener solche mit liegendem Cylinder (I. 588, 614), wie z.
zu Plymouth Iron Work in Südwales, während solche h
zontalen Gebläse neben ersteren in Deutschland neuerdi
vielfach Anwendung finden, z. B. in Westphalen, zu Ha
burg, Osnabrück etc., dagegen in Schlesien[2]) die na
englischem Muster construirten Gebläse nicht verdrängt hab
Gebläse mit stehendem oscillirenden Cylinder (Wackl
I. 591, 612) haben sich in Steyermark wohl bewährt u
ein solches Gebläse mit liegendem Cylinder steht in Ilse
burg in Anwendung. In Schweden[3]) sprechen Localverhä
nisse für einfach wirkende Cylindergebläse (I. 587).

---

1) B. u. h. Ztg. 1856. S. 96; 1862. S. 209, 245. — Allgem. b. u.
Ztg. 1863. S. 186. — Hartm., Vademecum f. d. Eisenhüttenma
1863. S. 123.

2) Preuss. Ztschr. X. Bd. 148. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S.
— B. u. h. Ztg. 1861. S. 341.

3) B. u. h. Ztg. 1857. S. 149; 1863. S. 221.

Ausser Cylindergebläsen trifft man auf Eisenhütten noch **Kastengebläse** (I. 583), selten **Wassertrommelgebläse** (I. 6'7) und **Ventilatoren** (I. 624).

Windregulatoren.

Als **Windregulatoren** kommen bei grossen Hohöfen meist solche mit unveränderlichem Inhalt, aus Blech hergestellt (I. 628), seltener gemauerte (I. 629) zur Anwendung, zuweilen und dann bei niederen Pressungen Leder- (I. 631) oder Wassertrommelregulatoren (I. 633). Bei Anwendung von Wasserregulatoren auf brittischen Werken [1]) genügte die von dem Gebläsewinde absorbirte Wassermenge, das Ausbringen zu vermindern und das Roheisen weiss zu machen.

Ueber die den Hohöfen zuzuführenden Windmengen und die Pressung des Windes ist das Nähere S. 266, 271 mitgetheilt.

Wirkung der Winderhitzung.

§. 24. **Winderhitzungsapparate.** Die Vortheile der Winderhitzung (I. 636) haben zu einer fast allgemeinen Anwendung erhitzter Gebläseluft auf den Eisenhütten der verschiedensten Länder geführt, und zwar sind diese, hauptsächlich durch die gesteigerte chemische Affinität erlangten Vortheile um so grösser, je höhere Temperatur im Ofengestell erforderlich ist, also je strengflüssiger die Beschickung. Nur da, wo aus sehr reinen Eisensteinen ein vorzügliches, sehr festes Roheisen zur Giesserei [schwedisches Danemoraeisen [2]) zum Kanonenguss etc.] oder ein möglichst siliciumfreies Stabeisen [z. B. zu Lowmoor [3]), Bowling, Pontypool, Blaenavon etc. in England] erzeugt werden soll, wendet man bei einem grösseren Aufwand an Brennmaterial kalte Luft an. In England wird $^1/_{20}$—$^1/_{10}$ der ganzen Roheisenerzeugung bei kalter Luft erhalten und solches Roheisen *(cold blast pig iron)* theurer bezahlt, als *hot blast pig iron.* Heisse Gebläseluft trägt in Folge der Temperatursteigerung um so mehr zur Erzeugung eines siliciumhaltigen Roheisens — welches an Festigkeit verliert und beim Verfrischen grössere Eisenverluste herbeiführt — bei, je saurer die Beschickung ist (S. 152), weshalb man zur Bindung der Kieselsäure mit stei-

1) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 229.
2) Tunner, das Eisenhüttenwesen Schwedens. 1858. S. 14, 37. — Tunner's Ber. über die London. Ind.-Ausst. v. 1862. S. 27.
3) Preuss. Ztschr. IV. B. 217. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 246.

gender Windtemperatur die Kalkzuschläge (S. 152) ve mehrt und zur Herabstimmung der Temperatur den Schmel raum erweitert, höhere Sätze gibt oder die Windpressun vermindert.

Durch passende Anwendung dieser Mittel lässt sich ei Roheisen darstellen, welches hinsichtlich seiner Reinheit der mit kalter Luft unter gleichen Umständen erblasenen sehr nah kommt, während bei nicht richtig getroffener Wahl der Mitte ein mit heisser Luft dargestelltes Eisen reicher an Silicium Calcium, Aluminium, Magnesium etc. ist, welche bei seiner Verwendung zur Frischerei und Giesserei störend wirken.[1] Auf die Entfernung des Schwefels wirkt heisse Luft günstig (S. 43), während sich für die des Phosphors und Mangans keine Gesetzmässigkeit wahrnehmen lässt. Bei kaltem Wind ist die Verbrennung ausgedehnter, aber weniger intensiv, als bei heissem Wind, es reicht bei letzterem deshalb die zwar höhere Temperatur im Gestell nicht so hoch hinauf und die Reduction beginnt deshalb später. Um letztere nicht zu sehr zu stören, stimmt man die zu hohe Temperatur lieber durch Erweiterung des Gestelles und geringere Windpressung, als zu starken Satz herab.

Während danach heisser Wind bei gutartigen Eisensteinen und Brennmaterialien das Roheisen verschlechtern kann, so wirkt derselbe bei unreinen, namentlich schwefelhaltigen Erzen und Brennstoffen verbessernd auf die Qualität desselben, wenn gleichzeitig die Beschickung basisch is Manche Eisensteine, z. B. die leichtflüssigen schwefe haltigen Kohleneisensteine, geben bei kalter Luft, tro hohen Brennstoffaufwandes, fast nur weisses, unreines Ro eisen, während heisser Wind daraus gutes graues Giesser roheisen liefert.

Auch bei Darstellung von weissem Roheisen macht ma jetzt häufig zur Ersparung von Brennmaterial von der e hitzten Luft Anwendung, indem zur Vermeidung zu hoh Temperaturen, welche die Entstehung von grauem Rohei zur Folge haben würden, das Gestell entsprechend erweit wird (S. 239), was auch zu einer Erhöhung der Producti

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 254, 326. — Berggeist 1862. No. 26.

führen kann [Steyermark[1]), Siegen[2]) etc.]. Zu stark erhitzter Wind veranlasst noch mehr, als zu stark gepresster, eine schädliche Erweiterung des Gestelles. Bei ausgeblasenen Oefen findet man bei heissem Wind besonders das Gestell, bei kaltem den obern Schachtraum erweitert.

Windtemperatur.

Bei Holzkohlen erhitzt man den Wind gewöhnlich auf 100—250, bei Koks auf 250—350, in einigen Hütten Englands[3]) und Schottlands bei Anthracit bis 550° C., jedoch findet man auch bei Koks Temperaturen von 60—80° C. [Oberschlesien[4]), Belgien]. Bussius[5]) hat ein einfaches Thermometer zum Messen der Windtemperatur angegeben; von den sonstigen Vorrichtungen dazu war Bd. I. S. 666 die Rede. Nach v. Mayrhofer beträgt die Kohlenersparung bei erhitztem Winde in Procenten = 0,03264 t, worin t die Anzahl der Celsius'schen Grade bezeichnet.

Apparate.

Von den Winderhitzungsapparaten wendet man am häufigsten den Wasseralfinger (I. 646) und den Calder'schen (I. 648) an, letzteren fast ausschliesslich in England in verschiedenen Modificationen [I. 650; Apparat von Whitelaw zu Gartcherrie; Apparat zu Ulverstone[6])], namentlich statt der gewöhnlichen Hosenröhren (I. 648) Pistolenröhren (I. 650), welche auch mehrfach an die Stelle des Schraubenapparates getreten sind. Auch in Deutschland gibt man hier und da dem Calder'schen Apparat Vorzüge [z. B. Oberschlesien[7]), Duisburger Hütte etc.] vor dem Wasseralfinger, weil die vertikalen Röhren dünner gegossen werden können, weniger leicht verbrennen und mehr Wärmeleitungsfähigkeit besitzen, als die horizontalen und durch passende Anordnung der Röhren ihr Undichtwerden — was ein Uebelstand bei den Apparaten der gewöhnlichen

1) Leoben. Jahrb. 1857. VI, 182.
2) Tunner, Bericht über die London. Ind.-Ausst. v. 1862. S. 37.
3) B. u. Ztg. 1862. S. 429.
4) B. u. h. Ztg. 1861. S. 356.
5) B. u. h. Ztg. 1862. S. 88.
6) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 187.
7) B. u. h. Ztg. 1861. S. 341 (Zeichnung). — Allgem. b. u. h. Ztg. 1861. S. 252.

Construction ist — vermieden werden kann, wie bei der Construction von Bussius.[1])

Zur möglichsten Vermeidung der scharfen Biegungen und der Krümmungswechsel, welche die Calder'schen Apparate zeigen, hat man auf englischen Hütten, z. B. zu Dowlais[2]), die Röhren in einer vertikalen oder horizontalen Spirale angebracht, welche von aussen erhitzt wird.

Der Wasseralfinger Apparat hat weniger Abänderungen erlitten, als der Calder'sche. Zur Erhöhung der Windtemperatur und der Solidität der elliptischen Röhren hat man in denselben auf Hütten im Moseldepartement[3]) 2 Scheidewände oder, wie auf der neuen Hütte zu Harzburg am Harze, im Innern der cylindrischen Röhren zur Vermehrung der Heizfläche hervorspringende Rippen angebracht.

Die Winderhitzungsapparate haben entweder eine eigene Feuerung oder werden meist durch Gichtgase geheitzt.

Siemens' Regneratorapparat (I. 652) ist zur Friedrich-Wilhelms-Hütte bei Siegburg[4]) in Anwendung gebracht. In der ersten Anlage zwar kostspielig, gestattet er die Erhitzung des Windes auf 500—600° C.

C. Arbeitsgezäh und sonstige Geräthschaften.

Geräthschaften.

§. 25. Arbeitsgezäh und Fördergefässe. Diese Geräthschaften weichen in Etwas von einander ab, je nachdem sie beim Holz- oder Koksofenbetrieb zur Verwendung kommen sollen.

Holzkohlenofengezäh.

1) Bei Holzkohlenöfen wendet man, z. B. auf den Oberharzer Hütten, nachstehende Geräthschaften (Taf. III. Fig. 83) an:

a) Gezähe des Hohöfners.

6 Brechstangen (Rengel), 1½ □″ stark, zwei von 9—10′, drei von 7—8′ Länge. Zwei der letzteren sind mit Schärfen versehen, um damit die Wände des Gestelles und den Herd reinigen zu können; 1 ist vorn zugespitzt und die

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 49 (Zeichn.).
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 428.
3) B. u. h. Ztg. 1861. S. 447.
4) Berggeist 1861. S. 520. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 19, 240.

übrigen sind an dem einen Ende gekrümmt, am andern mit einem Knopfe versehen.

2 Formstörer, 1 □″ stark und 8′ lang, mit einem Knopfe versehen, dient zur Reinigung der Formen.

1 Formkrücke, ³/₄″ starkes Rundeisen, zu einem Blatt von 3½″ Durchmesser und 3‴ Stärke am untern Ende ausgeschmiedet und mit einem hölzernen Stiel versehen; dient zum Zusetzen der Formen, wenn der Wind während des Roheisenschöpfens abgestellt werden soll.

2 Schlackenkrücken, Kratzen, um die Schlacke wegzuziehen. Das untere Ende ist aus rundem Eisen ausgeschmiedet, 7—8‴ stark und 5′ lang und an einem hölzernen Stiele befestigt.

1 Handstachel, 1 □″ starkes Eisen zu einer Stärke von 4‴ und einer Breite von 2″ ausgeschmiedet und mit hölzernem Stiel versehen. Dient zum Losmachen der obersten Schlackenkruste im Vorherd und zur Reinigung des Tümpels.

2 Lauflassspiesse, 1 □″ stark, 7′ lang und zugespitzt, dienen zur Oeffnung des Stichs beim Laufenlassen.

1 Schlackenhaken, ³/₄″ stark, mit gekrümmter Spitze, 2′ 6″ lang, an einem 4′ langen hölzernen Stiel. Dient zum Abziehen der Schlackenkruste, wird aber wenig gebraucht.

2 Stopfhölzer, hölzerne Stäbe von 3″ Durchmesser und 7′ Länge, zur Verschliessung der Stichöffnung nach dem Laufenlassen.

1 Gossen- oder Wischeisen, welches beim Laufenlassen quer über die Gosse gesetzt wird, um damit das Ausströmen des Roheisens aus dem Herd zu reguliren.

1 Ambos, 1′ 4″ hoch und 1′ 6″ lang, mit abgerundeter Bahn, zum Anspitzen des Gezähs.

1 Schlägel, 20—24 Pfund schwer.

1 Handfäustel, 5 Pfund schwer, zum Eintreiben der Rengel und Spiesse in den Herd.

1 Formfäustel, zum Anschlagen der Formstörer.

1 Herdschaufel zum Zurechtmachen des Herdes.

1 hölzerne Harke zum Ebnen des durch die Herdschaufel aufgelockerten Herdes.

Ausserdem:

1 Eimer, Besen, Feuerzange und

1 Wasserbassin.

b) Gezähe des Aufgebers.

3 Aufgebekarren, à 2 Cubikfuss enthaltend.

2 geflochtene, auf einem einrädrigen Karren befestigte Kohlenkörbe.

1 Schnellwaage zum Abwiegen der Kohlen und der Beschickung.

Hölzerne Kasten von $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$ und 1 Cubikfuss Inhalt.

1 Gichtkrücke von Eisen zum Ebnen der Gichten im Ofen.

1 Kohlenklöppel von Holz, zum Ebnen und Dichten der Kohlengichten.

1 Schaufel zum Füllen der Karren und Gefässe zur Beschickung.

1 Keilhaue zum Loshauen des Möllers.

1 Streichholz zum Abstreichen der Gefässe.

1 Möllerkrücke zum Ebnen der Möller.

1 Füllfass und 1 Harke.

1 frei aufgehängte eiserne Platte von weissem Roheisen, auf welcher mittelst Hammerschlägen die täglich aufgegebenen Gichten angezeigt werden.

1 Gichttafel zum Anschreiben der durchgegangenen Gichten, des Gewichts des Satzes, des Gehalts der Möller etc.

1 Beschickungstafel, die Zusammensetzung des Möllers enthaltend.

Kokshohöfen-gezäh.

2) Bei Koks- und Steinkohlenöfen bedient man sich hauptsächlich nachstehender Werkzeuge [1]) etc. für einen Ofen:

a) Geräthe etc. des Hohöfners:

12 Abstechspiesse von 20 Pfd. Gewicht; 6 kleinen Spiesse sind am Ende mit einer Verstärkung versehen, um mittelst einer Ramme in den zu fest gewordenen Stich getrieben zu werden. Der Spiess kommt beim Abstechen an

1) Abbildungen in VALERIUS' Roheisenfabrikation, deutsch v. HARTMANN. 1851. S. 363. Taf. 20.

ütze von 20 Pfd. Gewicht zu ruhen, welche mit
zen Ende ins Leistenblech gesteckt wird.
grosse Brechstangen zum Arbeiten im Herd à
l schwer, desgleichen 10 — 12 mit verstählter Zu-
; à 70 Pfd. schwer, zum Arbeiten im Gestell, des-
12 mit verstählten Meisseln zum Losmachen von
ı im Vorherde, 7½' lang und 24 Pfd. schwer, des-
6 kleinere mit verstählten Meisseln zum Reinigen
nen etc., 5' lang und 16 Pfd. schwer.
chlägel von 12 und 22 Pfd. Gewicht zum Ein-
ler Brechstangen.
it Handhabe versehene Ramme von 2' 1" Länge,
e und 400 Pfd. Gewicht zum Eintreiben des Ab-
sses.
5 Haken von 8' Länge und 6" Hakenkrümmung,
item ringförmigen Griff, 16 Pfd. schwer, zum Weg-
von Ansätzen aus dem Herd; 4 andere Haken von
, mit 3" breiten und 4" hohen Haken dienen zum An-
der Lehmbekleidung um die Formen herum, in der
ffnung und unter dem Tümpel; Gewicht 16 Pfund,
⅛"; 1 grosser Haken mit Querhandhabe zum Ar-
ıf dem Bodenstein, wenn derselbe zu unrein ist und
ıcken nach dem Abstich nicht abschliessen wollen.
Formhaken von 9' Länge, 1½" langen Haken und
Gewicht.
chaufeln zum Reinigen des Herdes, 1 zur Zube-
der Schlackenrinne, 6 zur Bearbeitung des Form-
ınd einige Abschlagschaufeln mit eisernen Stielen
ung des Roheisens in die Formen.
ge Krücken zur Reinigung des Herdes nach dem
ıgen und beim Anwärmen.
5 gusseiserne Stampfer, mit denen die Fugen
Tümpel, Wallstein etc. durch Lehm ausgestampft

lelle für die Gänze, gusseiserner Wassertrog,
Waage zum Abwägen der Roheisengänze, Schla-
nsportwagen, am zweckmässigsten nach der Ein-
von Bussius. [1]) Zur Johannishütte (Taf. III,

[1]) h. Ztg. 1863. S. 1.

Fig. 74) ist *b* eine gusseiserne Platte mit daran gegossene Lagerhaltern, erstere die Räder überdeckend, so dass si vor heruntertröpfelnder Schlacke geschützt sind. *c* Kaste aus ½zölligem Eisenblech, weniger gut aus Gusseisen de Reparaturen wegen, mittelst einer am Ofengemäuer befestig ten Windevorrichtung *d* abhebbar, nachdem die von de Schlackentrifft *e* herab in denselben geflossenen Schlacken er starrt sind. Die Schlackenblöcke werden dann auf den Wagen zur Schlackenhalde geführt. *f* Stichöffnung. *g* Eisen platte mit Löchern. *h* Arbeitsgewölbe.

b) Geräthe etc. des Aufgebers:

Gichtwagen, je nach der gewählten Methode de Aufgebens verschieden eingerichtet und danach bald vo Holz, bald von Eisenblech. Dieselben haben entweder eine beweglichen konischen Boden und lassen ihren Inhalt, au Schienen über die Gicht gefahren, daselbst fallen [Steyer mark[1]), Vorwärtshütte[2])], oder der bewegliche Bode ist nicht konisch und lässt sich auf einmal öffnen (Stein' Gichtwagen[3])], oder es öffnet sich nur ein ringförmiger, au Klappen gebildeter Theil desselben, so dass das Erz an di Peripherie des Ofenschachtes gelangt [Stahlschmidt's Gich wagen[4])]. Häufiger angewandt sind die hölzernen oder eise blechernen Gichtwagen, welche an der Peripherie der Gic durch Aufkippen entleert werden. Der Korb eines solche eisernen Wagens (Taf. III. Fig. 75, 76), um die Axe *a* dre bar, wird durch Niederdrücken des Hebels *b* bis zu de Handgriffe *c* einerseits bei *d* ausgehoben, andererseits m der Klinke *e* gehoben und dann mit Leichtigkeit umgestür

Zum Wägen der Schmelzmaterialien dienen meist Br cken- oder Decimalkrahnwaagen, welche letzteren a Krahne zum Gichtaufzuge sich z. B. auf Hubertushütte[5]) i Oberschlesien gut bewährt haben, indem sie das sonst nöthi zeitraubende besondere Wägen der Gichten ersparen.

1) Hartmann, Fortschr. I, 163. — Leoben. Jahrb. VI, 183.
2) Hartmann, Fortschr. IV, 120.
3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 298.
4) B. u. h. Ztg. 1858. S. 37.
5) Hartmann, Fortschr. V, 98.

Die übrigen Geräthschaften sind denen beim Holzkohlenofenbetrieb theils gleich, theils fehlen sie ganz.

Drittes Kapitel.

Eisenhohofenbetrieb.

§. 26. **Theorie des Eisenhohofenprozesses**[1]. Allgemeines. Beim Behandeln einer Eisensteinsbeschickung im Hohofen kommt es auf die Reduction des oxydirten Eisens, auf die Kohlung des reducirten Eisens und auf das Ausschmelzen des gekohlten Eisens aus den schlackengebenden Bestandtheilen an. Da das Eisen sehr feuerbeständig ist, aber durch den Zutritt des Sauerstoffs verändert wird, so gibt man die Beschickung in einzelnen Schichten mit dem Brennmaterial in den Ofen und erreicht bei diesem Verfahren eine gleichmässige Reduction und Schmelzung des Erzes resp. durch die unmittelbare Berührung desselben mit Kohle und die aufsteigenden reducirenden Gase, sowie dadurch, dass nicht grössere Massen von Erz (wie in Flammöfen), sondern nur geringe Quantitäten nach und nach zum Schmelzen kommen. Wollte man das Erz mit Kohle mengen, so würde durch letztere das Zusammengehen der schlackengebenden Bestandtheile verhindert werden. Bei einem Aufgeben von Beschickung und Brennmaterial in getrennten vertikalen Säulen, wie solches z. B. beim Verschmelzen der Blei-, Silber-, Kupfer-, Zinnerze etc. geschieht, würde die Reduction nicht gleichmässig stattfinden, die erforderliche Temperatur im Schmelzraume

1) Valerius, c. l. S. 481. — Ebelmen in B. u. h. Ztg. 1851. S. 321; 1844. S. 113. — Bgwfd. II, 464; IX, 55. — Leblanc, c. l. I, 22; III, 174, 256. — Scheerer's Metallurgie. II, 13. — Tunner, Beiträge zur näheren Kenntniss des Eisenhohofenprozesses durch directe Bestimmungen: Leoben. Jahrb. 1860. IX, 281; 1861. X, 491; 1862. XI, 300. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 207, 418; 1861. S. 315; 1862. S. 320. — Stahlschmidt, Untersuchungen über den Kokshohofenbetrieb: B. u. h. Ztg. 1860. S. 54. — v. Mayrhofer, Studien des Hohöfners: Leoben. Jahrb. 1861. X, 277.

nicht vorhanden und das Roheisen vor der Form nicht gehörig gegen den Windstrom geschützt sein. Bei dem lagenweisen Aufgeben beider liefert die unten befindliche Kohlenschicht die gehörige Hitze zum Schmelzen des daraufliegenden Erzsatzes.

Zur Reduction des Eisenoxyds bedarfs der innigen Berührung der Eisensteine mit den Kohlen nicht, indem die reducirende Wirkung im Eisenhohofen, ausser geringen Mengen von Wasserstoffgas, Kohlenwasserstoffgas und Cyangas, hauptsächlich dem Kohlenoxydgas (I. 16) zugeschrieben werden muss, welches sich beim Verbrennen des Brennmaterials vor der Form theils direct, theils durch Reduction der gleichzeitig gebildeten Kohlensäure durch glühende Kohlen erzeugt.

Ofenzonen. Hinsichtlich der chemischen Vorgänge in den einzelnen Ofentheilen — zu deren Aufklärung besonders die Analysen der Hohofengase von Bunsen, Ebelmen und Playfair (I. 305), sowie Tunner's directe Bestimmungen und Stahlschmid's Berechnungen beigetragen haben — kann man letztere nach Scheerer in nachstehende Zonen (Taf. III. Fig. 82) eintheilen, deren räumliche Ausdehnung aber durch eine Menge von Ursachen verschiedene Modificationen erleidet, welche wiederum auf die Grösse der Production und die Qualität des Roheisens influiren.

Vorwärmzone. 1) Vorwärmzone im obersten Ofentheil. Die Schmelzmaterialien entlassen flüchtige Bestandtheile (Wasser, Kohlensäure, Schwefel etc.), werden dadurch lockerer und zur Reduction etc. um so mehr vorbereitet, je länger und gleichmässiger sie mit den aufsteigenden heissen Gasen in Berührung bleiben (Einfluss enger und weiter Gichten S. 243). Der aus Erz oder Brennstoff in dieser Zone entlassene Theil Schwefel wird als schweflige Säure und Schwefelwasserstoffgas verflüchtigt und ist unschädlich. Kokshohöfen sind in dieser Zone, sowie durch den ganzen Ofen in gleichen Querschnitten heisser, als Holzkohlenöfen (S. 252), in beiden aber entweichen die Gase aus der Gicht bei kalter Gebläseluft mit höherer Temperatur, als bei heisser (S. 189).

Ebelmen [1]) fand die Temperatur bei Holzkohlen und kalter Luft oben an der Gicht zu 112°, bei tiefer Gicht zu 200°; bei Koks und voller Gicht zu 228–330° und bei

1) Bgwfd. VIII, 440.

niedergesunkener zu 366 — 430° C. LE BLANC gibt die Temperatur bei 2,5 Meter unter der Gicht zu 250° C. an.

Steigt nach EBELING[1]) in Folge fehlerhafter Construction des Ofens und seiner Nebenapparate — z. B. bei überbautem Wärmapparat direct über der Gichtöffnung — oder irrationaler Betriebsführung oder aus Anlass beider die Temperatur an der Gicht zu hoch, so wird einestheils die aufsteigende Kohlensäure in der Gicht unnützer Weise zu Kohlenoxydgas reducirt, anderntheils zu einem zu frühen Sintern der Beschickung Veranlassung gegeben. Diese Nachtheile treten bei Anwendung von rohem Holz noch mehr hervor, als bei Holzkohlen, weshalb es sich besonders bei Anwendung des ersteren empfiehlt, die Gichtgase abzuleiten und dadurch die Gicht zu kühlen.

Reductionszone.

2) Reductionszone, welche bis zum Kohlensack reicht. Mit dem Eintritt der Schmelzmassen in tiefere heissere Ofentheile beginnt die Reduction des Eisenoxydes durch Kohlenoxydgas, indem anfangs magnetisches Eisenoxyduloxyd, dann Eisenoxydul und zuletzt metallisches Eisen unter Bildung von Kohlensäure entsteht. Erzeugte sich gleich metallisches Eisen, so könnte ein Theil desselben durch die im Ueberschuss vorhandene Kohlensäure wieder oxydirt werden, während bei der allmäligen Reduction die Bildung von metallischem Eisen erst in einer kohlensäureärmeren Region im Kohlensack stattfindet. Während nach GAY-LUSSAC Eisenoxyd mittelst Wasserstoffs und reinen Kohlenoxydgases sich bei 400° C. reducirt, so bedarfs zur völligen Reduction durch nur in geringerer Menge Kohlenoxyd enthaltende Hohofengase nach TUNNER's directen Bestimmungen mindestens einer Temperatur von 650—700, ja selbst bis 900° und darüber. Die aufsteigenden Gase haben eine um mehrere hundert Grad höhere Temperatur, als die stets niedersinkende Beschickung.

In der Reductionszone entlässt der Zuschlagskalk den grössten Theil seiner Kohlensäure, desgleichen rohe Spatheisensteine (bei über 580° C.), welche erstere einen Theil Kohle unter Wärmeabsorption unnützer Weise verbrennt.

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 307.

Es empfiehlt sich aus diesem Grunde das Brennen des Kalkes (S. 172) und das Rösten solcher Eisensteine (S. 112). Trotzdem entsteht aber immer ein Brennmaterialverlust in Folge der Oxydation von Kohlenstoff durch die bei der Reduction des Eisenoxyds gebildete Kohlensäure und zwar in den heisseren Kokshohöfen in noch höheren Regionen, als in Holzkohlenöfen. Bei einem Schwefelkiesgehalt des Brennmaterials, z. B. der Steinkohlen (S. 198), wird ein Theil Schwefel erst in dieser Zone entlassen und vom reducirten Eisen aufgenommen; auch verwandeln sich vorhandene schwefelsaure Salze (Gyps, Schwerspath etc.) in Schwefelmetalle, während phosphorsaure Salze einer höhern Temperatur bedürfen und sich grossentheils erst in der Kohlungszone reduciren.

Hier dürfte bei zinkischen Erzen auch erst die Reduction und Verdampfung des Zinkes beginnen, welches, in kohlensäurereichere höhere Regionen tretend, sich wieder oxydirt und zinkische Ofenbrüche bildet.

Damit vor der Schmelzung der Erze eine vollständige Reduction des Eisenoxydes eintritt, wozu eine gewisse Zeit erforderlich ist, muss man zur Verlangsamung des Gichtenwechsels die Beschickung bei schwer reducirbaren Erzen hinreichend strengflüssig machen, die Erze gehörig zerkleinern, sowie höhere und weitere Schächte zu ihrer bessern Vorbereitung und engere höhere Gestelle, am besten bei heisser Gebläseluft, anwenden. Dabei erzeugt sich aber immer graues Roheisen. Soll aus einer leichtflüssigen Beschickung weisses Roheisen dargestellt werden, so bedarfs eines weiten Gestelles, engen Kohlensacks und enger Gicht (S. 239) und es zieht sich dann, wie TUNNER's Versuche ergeben haben, die Reduction bei der dazu erforderlichen Temperatur von 900° und darüber bis in die Rast und ins Gestell hinein, während sie bei grauem Eisen im Kohlensack meist vollendet ist. Durch zweckmässige Gattirung und Beschickung kann den Erzen jeder erforderliche Grad der Schmelzbarkeit ertheilt werden, aber die Reducirbarkeit lässt sich dadurch nicht reguliren.

Das Verfahren beim Chargiren (S. 236), sowie der durch die Dimensionen des Schachtes, namentlich der Gicht (S. 254)

bedingte mehr oder weniger regelmässige Niedergang der Gichten ist auf die Reduction von wesentlichem Einflusse.

Ebelmen bestimmte die Temperatur in einem Holzkohlenofen 8,4 Meter unter der Gicht oder 0,63 Meter über dem Kohlensack zwischen den Schmelzpuncten des Silbers und Kupfers (1022 – 1170° C.) zu über 1000° C.; bei einem Kokshohofen im Kohlensack etwa zu 1170° C.

Kohlungszone.

3) Kohlungszone. Diese erstreckt sich bei Darstellung von grauem Roheisen im Wesentlichen über den Rastraum, geht aber bei Erzeugung von weissem Roheisen aus leichtflüssiger Beschickung bis weit ins Obergestell hinab, weil hier in gleichen Höhen keine so hohen Temperaturen herrschen, als bei Erzeugung von grauem Roheisen. Nach Tunner beginnt die Kohlung bei 1000° C.; bei 1170° C., der Schmelzhitze des Kupfers, entsteht Stahl (z. B. beim Cementiren des Stabeisens) und bei etwa 1400° C. ist die Bildung von Roheisen vollendet. Nach demselben ist die Temperatur im Kohlensack 500 — 800°, am untern Ende der Rast 1200 — 1500° und im Obergestell 1500 — 2000°. Je langsamer die gut vorbereiteten, ungeschmolzenen Massen — bei steilerer oder flacherer Rast und grösserer oder geringerer Leichtschmelzigkeit — ins Gestell einrücken, um so vollständiger findet die Kohlung statt. Enthält das reducirte Eisen Schwefel, Arsen oder Phosphor, so entsteht leichtsinterndes Schwefel-, Arsen- und Phosphoreisen, wodurch unter Beeinträchtigung der Kohlung zur Bildung weissen Roheisens Veranlassung gegeben wird (S. 41, 48, 54). Eine unvollständige Kohlung veranlasst demnächst auch eine vermehrte Aufnahme von Silicium (S. 19), Schwefel und Phosphor im Gestell. Durch die Kohlung soll das Eisen schmelzbar gemacht, sowie im Gestell vor Oxydation und Verschlackung geschützt werden.

Kohlende Agentien.

Als kohlende Agentien treten neben Kohlenwasserstoff- und Kohlenoxydgas [Stammer [1]], festem und dampfförmigem Kohlenstoff [Laurent und Despretz [2]] hauptsächlich Cyangas

1) Dingl. Bd. 120. S. 430.
2) Polyt. Centr. 1849. S. 1343.

und Cyanverbindungen, namentlich dampfförmiges Cyan kalium (I. 794) auf, letzteres aus dem Stickstoff der Luft dem Kohlenstoff des Brennmaterials und dem Kaligehalt der Brennmaterialasche oder der übrigen Schmelzmaterialien im unteren Theil der Schmelzzone entstanden.

Dass das Eisen zunächst erst in Stahl und dann in Roheisen übergeht, ist durch Versuche von LOSSEN[1]) nachgewiesen. LIEBERMEISTER[2]) hat darauf die directe Erzeugung von Stahl in einem Schachtofen begründet.

Schmelzzone.

4) Schmelzzone, welche etwa vom Ende der Rast bis soweit oberhalb der Form hinabreicht, wo die Reduction der ursprünglich gebildeten Kohlensäure zu Kohlenoxydgas vollendet ist. Je nachdem die Schmelzzone ein hauptsächlich durch das Verhältniss von Erz- und Brennmaterialgichten zu regulirendes grösseres oder geringeres Volum hat, erzeugt sich graues oder weisses Eisen, vorausgesetzt, dass die Erze in der Reductions- und Kohlungszone passend vorbereitet sind. Während bei Darstellung von weissem Roheisen der grösste Theil des Obergestelles noch als Kohlungszone zu betrachten ist, so findet auch beim Betrieb auf graues Roheisen in dem oberen Theil des Gestelles noch eine Nachkohlung durch directe Berührung des flüssigen Eisens mit Kohlenstoff statt, namentlich in einem hohen Obergestell bei schwerreducirbaren Erzen (z. B. Magneteisensteinen S. 64). Da hier Temperaturen von 16—1700° C. und darüber herrschen, so kann eine reichliche Kohlenstoffaufnahme eintreten und somit die Bildung eines graphitreichen grauen Roheisens beim langsamen Abkühlen. Besonders bei Kokshohöfen wird wegen der hohen Temperatur in der Schmelzzone die Nachkohlung begünstigt, steht aber mit der Bildung eines silicium-, auch wohl phosphorreicheren Roheisens in Verbindung. Beim Niedergehen der Schmelzmassen im Gestell wirken neben fortgesetzter Kohlung des Eisens die schlackengebenden Bestandtheile immer mehr auf einander ein und erweichen mehr und mehr, bis über oder vor der Form vollständige Schmel

1) Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. 47. S. 150.
2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 137. 243.

zung eintritt, wobei Roheisen und Schlacken tropfenweise niederfallen. Die Schmelzmaterialien rücken um so besser vorerhitzt in den Schmelzraum ein und schmelzen dann um so leichter, je geringer ihre Wärmecapacität ist (I. 420). Bei der vor und unmittelbar oberhalb der Form herrschenden hohen Temperatur wird ein Theil Kieselsäure durch die Kohle zu Silicium reducirt, welches ins Roheisen geht und beim Erstarren desselben die Ausscheidung von Graphit begünstigt (S. 37), ähnlich wie Phosphor (S. 12). Auch wirkt Eisen reducirend auf die Kieselsäure um so mehr ein, je weniger vollständig dasselbe gekohlt war. Es scheint nach den Untersuchungen von H. Hahn Eisen die Kieselsäure kräftiger zu reduciren, als Kohle. Die Reduction der Kieselsäure wird begünstigt durch eine saure Beschickung (S. 35), kieselsäurereiche Asche des Brennstoffs (Koks, Steinkohlen S. 155), hohe Temperatur (Koks, heisse Gebläseluft) und grosse Ausdehnung des Raumes, in welchem die Anfangs gebildete Kohlensäure in Kohlenoxydgas umgewandelt wird (Kokshohöfen); je grösser dieser Raum, um so mehr Kohlenstoff kann dem namentlich bei niedrigerer Erzeugungstemperatur gebildeten Roheisen durch Einwirkung der Kohlensäure entzogen werden. Eine basische, kalkreiche Beschickung wirkt zwar der Reduction von Kieselsäure entgegen, befördert aber wegen ihrer Strengflüssigkeit und der deshalb erforderlichen hohen Schmelztemperatur die Reduction der Alkalierd- und Erdmetalle, namentlich von Aluminium, Calcium und Magnesium, welche wie das Silicium (S. 39) das Roheisen verschlechtern (S. 58). Der Kalkgehalt trägt bei Anwesenheit hoher Temperatur zur Bindung des in den schlackengebenden Bestandtheilen und dem Brennmaterial enthaltenen Schwefels bei, wirkt aber weniger auf den mit Eisen schon in Verbindung getretenen Schwefel. Zu dessen, sowie des Siliciums Entfernung dient hauptsächlich ein Mangangehalt der Beschickung. Nach Richter [1]) bildet sich beim Rösten schwefel- und manganhaltiger Eisensteine schwefelsaures Eisenoxydul und Manganoxyduloxyd, welche sich bei steigender Temperatur in Eisenoxyd und schwefelsaures Mangan-

1) Leoben. Jahrb. 1862. S. 291. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 320.

oxydul umsetzen. In der Reductionszone gibt dieses Verbindung von Schwefelmangan mit Manganoxydul, w letztere sich im Gestell reducirt, wegen grosser Verw schaft zum Silicium Siliciummangan erzeugt, mit Schwefelmangan sich verbindet, aus dem flüssigen Rol noch andere Schwefelmetalle, wie Schwefeleisen, aufi und sich dann auf dem flüssigen Roheisen aussch (S. 29), insofern ein mehr oder weniger starker Druc Gase, z. B. bei einem Bedecktsein mit Schlacke, dies verhindert. Der grösste Theil des in einer Beschic enthaltenen Manganoxyduls wird bei seiner schwie Reducirbarkeit verschlackt, ein anderer theils durch Kohle, theils durch die Kohle des Roheisens und das selbst reducirt.[1]) Während nach List sich im Rol nur höchstens 3,8 % Mangan finden, so kann unter l deren Umständen (S. 162) der Mangangehalt bedeutend werden; Siegen'sches Spiegeleisen (S. 9, 53) enthält 8—14%, Spiegeleisen von Theresienthal[2]) über 22%. die Verringerung eines Phosphorgehaltes im Eisen wirkt ein Kalkgehalt[3]) wenig und ein Mangangehalt den neuesten Untersuchungen von Caron[4]) gar nich wohl aber geht der Phosphor als Phosphorcalcium zum in die Schlacke, wenn er seinen Sitz im Zuschlagskalk in den Gangarten hat (S. 48) und die Schlacke mit flüssigen Roheisen nicht zu lange in Berührung l Während höhere Temperatur zur Verminderung des S fel- und zur Erhöhung des Siliciumgehaltes beiträgt, g in dieser Beziehung für Mangan und Phosphor keine G mässigkeit.

Oxydationszone.

5) Verbrennungs- oder Oxydationszone Raum unmittelbar im Niveau der Form und über den so weit hinauf, als noch Kohlensäure vorhanden (S. 179). nahm früher an, dass sich im Niveau der Form bei dem l

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 52.
2) B u. h. Ztg. 1862. S. 320.
3) Hartmann, Fortschr. V, 125.
4) Dingl. Bd. 168. S. 380.

schusse an Sauerstoff hauptsächlich Kohlensäure bilde und dabei eine Temperatur nach EBELMEN von 2200 ° C. und nach SCHEERER [1]) bis 2458 ° C. entstehe, welche sich aber auf resp. 1310 und 1670 ° C. vermindere, wenn die Kohlensäure in Berührung mit glühenden Kohlen oberhalb der Form im Gestell in Kohlenoxydgas übergegangen. Nach den directen Versuchen von TUNNER bildet sich aber schon vor der Form neben Kohlensäure viel Kohlenoxydgas, wonach die von SCHEERER berechnete Temperatur sich zu hoch herausstellen dürfte. Dieselbe wurde von TUNNER vor der Form zu 2200 ° C., am Lichtloche (S. 229) zu St. Stephan in Steyermark zu 1750 ° und in Eisenerz bei weissem Roheisen zu 1450 ° C. gefunden.

Nach EBELMEN schmolz ein 0,30 Meter dicker Eisendraht vor der Form in weniger als ½ Stunde (Schmelzpunct des Schmiedeeisens 1900 — 2100 ° C.), auch Porzellan fast sogleich. Nach AUBEL [2]) schmolz Platin in dem Focus eines RACHETTE'schen Ofens (S. 242), was einer Temperatur von 2600—3000 ° C. entspricht. Es ist in Betreff der letzteren Angabe von verschiedenen Seiten in Frage gebracht, z. B. von HERAEUS [3]), RICHTER [4]) u. A., ob sich nicht hierbei leichtschmelzigeres Kohlenstoff- oder Kieselplatin gebildet habe; dies ist aber von AUBEL in Abrede gestellt. BECQUERELL [5]) hat neuerdings mittelst eines thermoelectrischen Pyrometers den Schmelzpunct des Silbers bei 960 und den des Goldes bei kaum 1092 ° gefunden, desgleichen durch photometrische Messungen den Schmelzpunct des Platins bei 1600 ° C. und die Temperatur der verbrennenden Kohle zu 2070 °. Während man in Deutschland (I. 235) den Schmelzpunct des Gusseisens zu 1400 — 1600 ° C. annimmt, so ermittelte ihn POUILLET zu 1050—1100 ° C., den des Stahls zu 1300—1400 ° C.,

1) SCHEERER, Metallurgie. II, 21. — Bgwfd. VII, 417. — B. u. h. Ztg. 1844. S. 481.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 392; 1863. S. 272. — DINGL. Bd. 165. S. 278.
3) B. u. h. Ztg. 1863. S. 256 — DINGL. Bd. 167. S. 132.
4) B. u. h. Ztg. 1863. S. 195. — Leoben. Jahrb. XII, 164.
5) Chem. Centr. 1863. No. 20. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1863, S. 252.

welche Zahlen SCHINZ[1]) und ZIUREK[2]) (Gusseisen 1200, Stahl 1300—1400°, Stabeisen 1600°) adoptirt haben.

TUNNER hat beobachtet, dass sich vor jeder Form ein eigener Verbrennungsraum bildet, welcher sich von der Formmündung aus in der Richtung des Windstromes nur auf höchstens 1½ Fuss erstreckt und in dessen Mitte sich die heisseste Stelle, der Focus, von ungefähr 6 Zoll Ausdehnung befindet. Nach oben dehnt sich der Verbrennungsraum etwa 1 Fuss aus und geht dabei auseinander. Da bei verstärkter Windpressung sich die horizontale Entfernung des Verbrennungsraumes nur wenig ändert, so erklärt sich hieraus die Temperaturerhöhung durch Verengerung des Schmelzraumes und bei grösseren Oefen der Nutzen mehrerer Formen (S. 265).

Da Koks bei demselben Volum die anfangs gebildete Kohlensäure wegen ihrer Dichtigkeit weniger leicht in Kohlenoxyd umwandeln, als Holzkohlen, so geben sie zwar eine höhere Temperatur (S. 179), müssen aber zur Bildung einer hinreichenden Menge reducirender und kohlender Gase in grösserer Menge zur Darstellung desselben Roheisenquantums angewandt werden (S. 183). Je nachdem nun die Schmelztemperatur vor der Form mehr oder weniger höher als die Bildungstemperatur des gekohlten Eisens ist, entstehen graue (S. 21) oder weisse Roheisensorten (S. 6).

Während in Holzkohlenöfen schon in geringer Entfernung über der Form sich nur Kohlenoxydgas befindet, steigt bei Koksöfen die Kohlensäure höher, ist aber am Ende des höheren Gestelles verschwunden; in der Reductionszone nimmt sie wieder zu. Von der Verschiedenheit der Zusammensetzung der Holzkohlen- und Kokshohofengase war bereits S. 188 die Rede, desgleichen von dem Einfluss ihrer grösseren oder geringeren Spannung auf die Reduction des Eisenoxydes und die Umwandlung der Kohlensäure in Kohlenoxydgas durch glühende Kohlen.

Eine Oxydation von Eisen vor der Form durch den Sauerstoff der Gebläseluft oder durch Kohlensäure übt einen Einfluss auf die Temperatur und Zusammensetzung

1) DINGL. Bd. 169. S. 453.
2) Dessen technol. Tabellen. 1863. S. 341.

der Gase aus. Geschieht die Oxydation auf erstere Weise, so entwickelt 1 Litre Sauerstoff 6216 Wärmeeinheiten, oder, aus der specifischen Wärme der Verbrennungsproducte (des Stickgases und Eisenoxyds) berechnet, eine Temperatur von 2690° C. Die Folge davon ist, dass die aufsteigenden Gase eine hohe Temperatur annehmen, während im Herde eine entsprechende Temperaturerniedrigung eintritt. Darin findet die Erscheinung ihre Erklärung, dass wenn Eisen vor der Form oxydirt und dann verschlackt wird, die Gichtgase eine höhere Temperatur annehmen. Damit pflegt wegen Einwirkung des Eisensilicates aufs Roheisen die Entstehung von weissem Eisen in Verbindung zu stehen.

Wird Eisen durch Kohlensäure oxydirt, so sind zur Abgabe von 1 Litre Sauerstoff 2 Litres Kohlensäure erforderlich und es entstehen 6216 Wärmeeinheiten. Gleichzeitig werden nun auch 2 Litres Kohlenoxydgas gebildet, welche durch ihre Verbrennung 6260 Wärmeeinheiten entwickeln, die durch Zersetzung der Kohlensäure absorbirt und latent werden müssen. Da nun einerseits 6216 Wärmeeinheiten entwickelt und 6260 absorbirt werden, so findet im Allgemeinen durch Zersetzung der Kohlensäure vom Eisen keine Wärmeabsorption (Abkühlung) statt. Das Gemenge von Kohlenoxydgas und Stickstoff, welches durch diese Reaction erzeugt wird, behält fast dieselbe Temperatur, welche die gebildete Kohlensäure hatte. Dagegen wird bei Oxydation des Eisens durch Kohlensäure das Verhältniss des Kohlenoxydgases in den Gasen um so geringer, je grösser die Menge des oxydirten Eisens vor der Form ist. Es bildet sich aus der durch das Eisen zerlegten Kohlensäure nur ein ihr gleiches Volumen Kohlenoxydgas, während 1 Volum Kohlensäure bei der Zersetzung durch Kohle 2 Volumina Kohlenoxydgas liefert. Hiermit steht die Thatsache im Zusammenhang, dass bei Rohgang, wenn sich Eisen auf Kosten der Kohlensäure oxydirt, die Gichtgase zur Hervorbringung einer gewissen Temperatur, wofür sie bei regelmässigem Ofengange ausreichten, nicht mehr dienen können, weil es ihnen an brennbarem Kohlenoxydgas fehlt.

Separationsraum.

6) Herdraum. In dem Raum unter der Form (Untergestell, Herd, Eisenkasten) sondern sich

Schlacken und Roheisen nach dem specifischen Gewichte. Da letzteres in einem überhitzten Zustande — bei Koksöfen noch mehr, als bei Holzkohlenöfen — mit einer Temperatur von 1800 — 2000 ° C. in den Herd gelangt, während sein Schmelzpunct bei 16–1700 ° C. und darunter liegt, so bleibt dasselbe längere Zeit flüssig und man kann grössere Quantitäten davon im Herde halten. Dabei muss aber eine aussergewöhnliche Abkühlung, z. B. durch zu vieles Schöpfen, vermieden werden, wenn graues Roheisen nicht in weisses (S. 20) übergehen soll. Giessereiroheisen muss vor dem Einfluss des Gebläsewinds durch eine um so höhere Schlackenschicht gedeckt werden, je stärker die Windpressung ist (S. 159), dagegen kann aber ein Uebermass von saurer Schlacke in längerer Berührung mit flüssigem Roheisen demselben Silicium mittheilen (S. 159).

Selbst bei sehr zweckmässiger Beschickung und geregeltem Schmelzgange findet ein mehr oder weniger grosser Eisenverlust durch Verschlackung oder mechanisch in den Schlacken statt. Dieser beträgt im günstigsten Falle 1½ bis 2 %, steigt nicht selten auf 4 %, jedoch zuweilen ausnahmsweise, z. B. beim Verschmelzen von an Eisenfrischschlacken reichen Beschickungen (S. 164) auf weisses Roheisen in England [1], auf 14 % und mehr. Bei ärmeren Beschickungen ist dieser Verlust unter sonst gleichen Umständen grösser, als bei reicheren und namentlich übt der Flüssigkeits- und Erstarrbarkeitsgrad der Schlacken einen Einfluss darauf aus.

Ursachen der Temperaturschwankungen im Hohofen.

Wie aus Vorstehendem hervorgeht, liegt im Eisenhohofen die Wärmequelle hauptsächlich in der Verbrennungszone, zum geringen Theil in der Reductionszone. Aus ersterer führt der Gasstrom die Wärme nach oben; diesem bewegt sich als Wärme absorbirend die Brennmaterial- und Beschickungssäule entgegen und wirkt auf diese abkühlend nach unten. Jede Temperaturveränderung in der Verbrennungszone pflanzt sich danach aufwärts zur Gicht fort sowie jede Temperaturveränderung in einer andern Zone sowohl auf-, als niederwärts wirkt, in Folge dessen bald eine

1) Allgem. B. u. h. Ztg. 1863. S. 151, 156.

Temperaturerniedrigung, bald eine Erhöhung der Temperatur eintritt.

Nach SCHEERER[1]) sind Ursachen einer Temperaturerhöhung:

a) von unten aufwärts wirkend: Brennmaterial von hohem pyrometrischen Wärmeeffect, grosse relative Menge Brennmaterial, stark gepresste und erhitzte Gebläseluft, Reinheit der Gebläseluft, enger und hoher Ofen.

b) von oben niederwärts wirkend: trocknes und geröstetes Erz, trockne Zuschläge und gebrannter Kalkstein, vollkommen verkohltes und trocknes Brennmaterial, richtiger Zerkleinerungsgrad der Beschickung und des Brennmaterials, sowie feste Beschaffenheit desselben, fehlerfreie Beschaffenheit der Ofenmauern, Nichtableitung von Hohofengasen.

Einfluss der Temperaturschwankungen.

Eine Temperaturerniedrigung erfolgt in den entgegengesetzten Fällen. Durch Veränderung der Temperatur in gleichnamigen Ofenzonen, veranlasst durch das verschiedene Zusammenwirken der eben angegebenen influirenden Umstände, erhalten dieselben eine veränderliche, räumliche Ausdehnung und beide zusammen üben, wie von SCHEERER (c. l. II. S. 37—50) sehr anschaulich nachgewiesen worden, einen wesentlichen Einfluss auf die Grösse der Production (S. 186) und die Qualität des Roheisens. Auf erstere influirt besonders die Grösse der Schmelzzone, und als Mittel zu ihrer Vergrösserung erweisen sich in gewissen Grenzen besonders die relative Brennmaterialmenge, die Windverhältnisse — Temperatur, Pressung und Menge der Gebläseluft — und die Ofenconstruction.

Was die Qualität des Roheisens betrifft, so entsteht bei schwefel- und phosphorarmen Erzen ein graphit- und siliciumreiches graues Roheisen, wenn durch Zusammentreffen der oben unter a) und b) erwähnten Umstände Verbrennungs- und Schmelzzone sehr gross und die Vorwärmzone bei einem gewissen gleichbleibenden Volum der Reductionszone sehr klein wird. Treten die entgegengesetzten Ursachen der Temperaturerniedrigung sämmtlich ein, so stellt sich jenes

1) SCHEERER, Metallurgie. II, 42.

Zonengrössenverhältniss gerade umgekehrt und es bildet s ein silicium- und kohlenstoffarmes weisses Roheisen grösserem oder geringerem Schwefel- und Phosphorgeh je nach der Reinheit der Erze. Wirken die unter a) geführten Ursachen zur Temperaturerhöhung mit den un b) angegebenen entgegengesetzten, Temperaturerniedrigu herbeiführenden zusammen, so wachsen, bei unveränd angenommener Reductionszone, Verbrennungs-, Schmelz- u Vorwärmezone, aber die Kohlungszone nimmt ab und bildet sich ein graphit- und siliciumärmeres graues Roheis als im ersteren Falle, welches mehr Phosphor, aber wenig Schwefel, als das vorige weisse Roheisen enthält.

Wenn endlich die unter b) aufgeführten Ursach zur Temperaturerhöhung mit den entgegengesetzten von zur Temperaturerniedrigung in Wechselwirkung treten, erreicht die Kohlungszone ihr Maximum, alle übrigen Zon ausser der gleichbleibend angenommenen Reductionszo ihr Minimum. Leicht reducirbare reine Erze geben un diesen Verhältnissen Spiegeleisen; sind sie weniger rein, etwas kohlenstoffärmeres weissgaares oder halbirtes Roheis dessen Siliciumgehalt etwas höher, dagegen der Schwef gehalt etwas geringer sein wird, als im zweiten Fall, eben auch der Phosphorgehalt, wenn er seinen Sitz im Erze sell nicht hat. Schwer reducirbare, die Kohlungszone beeinträc tigende Erze geben ein etwas kohlenstoffreicheres weis Roheisen, als im zweiten Falle.

Gichtenwechsel.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Beschaffenheit d Roheisens übt der Gichtenwechsel, die Zeit, in welch die Gichten durch den Ofen gehen, indem davon die me oder weniger vollständige Reduction und Kohlung des Eise abhängt. Der Gichtenwechsel nimmt zu mit steigend Leichtflüssigkeit der Beschickung und Höhe der Tempera im Schmelzraume, sowie mit der Anwendung weniger dicht schneller verbrennender Brennstoffe. Bei Anwendung v Holzkohlen und leichtflüssigen Erzen (Steyermark) betr der Gichtenwechsel 3 — 6 — 12 Stunden, bei strengflüssig Erzen bis 24 Stunden; bei Koks und Steinkohlen bis 63 St den (S. 200, 248). Bei der Bestimmung des Gichtenwechs ist das Vorrollen der Erze (S. 307) zu berücksichtigen.

27. Arbeiten beim Eisenhohofenbetriebe. etriebe der Eisenhohöfen kommen hauptsächlich nache Arbeiten auf der Gicht und unten im und vor dem rd vor:

Schmelzarbeiten.

Das Abwärmen des Ofens. Je sorgfältiger, lich bei quarzreicher Zustellungsmasse, das Austrockd Abwärmen des Kern- und Rauhgemäuers geschieht, länger dauern die Ofencampagnen, und das dazu ver- Brennmaterial wird durch einen guten Ofengang h wieder ersetzt.

Abwärmen.

ın sucht nun zunächst in dem Ofeninnern längere in bis mehrere Monate je nach der Grösse der Oefen) nperatur eines gut geheizten Zimmers zu unterhalten ·ocknen), und zwar erreicht man dies auf die Weise, an

eine unter der Ofensohle gelegene Abwärmfeuerung, den belgischen (S. 213) und v. RACHETTE'schen Oefen '), längere Zeit unterhält und die Feuchtigkeit durch lene horizontale und vertikale Canäle sowohl in den ıacht, als auch durchs Rauhgemäuer ins Freie treibt. CHETTE'schen Ofen steigt dabei die Temperatur im llmälig so, dass auf den Bodenstein geworfene Kohlen n selbst entzünden. In belgischen Oefen dauert das knen bis 3 Monate.

Man führt in der Höhe des Wallsteins einen mit efeuerten Langzugofen vor dem Herd auf und lässt nselben bei geschlossenen Formen und lose bedeckter ie heissen Verbrennungsproducte in den Eisenhohofen n (in Königshütte am Harz etwa 4 — $4\frac{1}{2}$ Wochen bringt auch wohl ein eisernes Oefchen mit seiner fnung nach dem Stich zu ins Gestell und schmilzt demnächst mit ein. Wo es angeht, leitet man auch, 'esentlicher Ersparung von Brennmaterial, die von Feuerungen, z. B. aus Flammöfen abgehenden Gase in den Ofen [1]) oder richtet einen eigenen fen vor dem Hohofen her, welcher z. B. zu Hassısen an 4 Monate in Thätigkeit blieb. Zum Schutze

---

BLANC, Eisenhüttenkunde. I, 102.

der Herdwände bekleidet man dieselben wohl mit I
platten.

c) Man unterhält im Vorherd ein schwaches Feuer
zwar zweckmässig auf einer Rostplatte, die auf zwei S
in den Herd geschoben wird.

Holzkohlenöfen.

Entweichen keine Wasserdämpfe mehr aus der
und sind die Ofenwände an derselben gut handwarm g
den, so füllt man den Ofen theils durch den Herd,
von oben vorsichtig mit Brennmaterial bis nahe unte
Gicht, entzündet, bei Anwendung von Holzkohlen, dies
durch den Herd, indem man Formen, Vorherd und
verschlossen hält, und gewährt von Zeit zu Zeit
Oeffnen der letzteren der Feuchtigkeit Abzug. Man
auch wohl den Ofen nach und nach mit Kohlen, nachdem
jedesmal auf deren Oberfläche Feuer gezeigt. Zur Bi
einer Glasur im Gestell werden die späteren Kohlen
mit gepochten Hohofenschlacken überstreut. Nach
2 Tagen bringt man im Gichtdeckel und über dem
stein ein Zugloch von etwa 1/2 Zoll Durchmesser an
weitert dieses andern Tags im Gichtendeckel, steck
Tag darauf ein bis in die Mitte des Herdes reich
Blechrohr von etwa 1/2 Zoll Durchmesser durch die
ein, entfernt dieses am Tage darauf, stösst durch den
der Form ein 3/4 Zoll weites Loch und öffnet den Gichtd
etwas. Unter öfterem Ausräumen der Asche aus dem
herde (etwa alle 12 Stunden) sinkt die wieder zu ergän
Kohlensäule allmälig und wenn sich am fünften oder se
Tage Feuer auf der Oberfläche zeigt, so kann man die
Erzsätze geben, also etwa 5—5 1/2 Wochen nach Begin
Abwärmens der Holzkohlenöfen.

Koksöfen.

Koksöfen erfordern gewöhnlich noch grössere Vorsich
geres Abwärmen und ein öfteres Ausräumen der Asch
Holzkohlenöfen. Das Anzünden der Ofenfüllung geschieht
zuweilen durch einen in den Vorherd mündenden Zün
bei geschlossenen Formen und bedeckter Gicht (Be
Mittelst einer Klappe im Gichtdeckel regulirt man den A
der Dämpfe und die Temperatur so, dass, sobald nach e

1) Valerius, Roheisenbereitung, deutsch v. Hartmann. 1851.

Tagen das Feuer aus dem Zündcanal den Vorherd erreicht hat, nach 4 — 5 Tagen die Oberfläche des Brennmaterials glüht. Alsdann schreitet man zum Ausräumen der Asche aus dem Vorherd, indem man die Brennmaterialsäule durch einen Rost abfängt (Rostschlagen). Man steckt zu diesem Zwecke durch die Formen eine Brechstange und in die Löcher der gusseisernen Bekleidung *g* des Vorherdes (Taf. III. Fig. 74) eine Klammer, bringt in der Höhe des Tümpels die Roststäbe ein, reinigt darunter Ofenwände und Sohlstein von Ansätzen, bedeckt letzteren mit einer etwa 1 Zoll dicken Lage Kokslösch zum Schutz gegen anhaftende Schlacken, zieht den Rost etc. heraus, verschliesst die Formen luftdicht mit Sand und den Vorherd erst mit Kokslösch, dann mit Sand, auf welche Arbeiten etwa eine halbe Stunde geht. Das Rostschlagen hat noch den Hauptzweck, Herd und Sohle dadurch zu erhitzen, dass diese Ofentheile mit glühenden Koks in unmittelbare und erneute Berührung kommen, nachdem die Ansätze ausgeräumt. Man wiederholt dieses Rostschlagen in der ersten Woche alle 24 Stunden, dann alle 12 Stunden und zuletzt alle 8 Stunden, gibt jedesmal frische Koks nach und wiederholt diese Arbeiten so lange (4 — 7 Wochen), bis der Herd eine gleichmässige orangerothe Farbe ohne dunklere Flecken angenommen hat und sich von Ansätzen leicht reinigen lässt. Alsdann gibt man die erste Erzgicht auf. Die ohne Erzsatz niedergehenden Brennmaterialgichten nennt man leere Gichten. (In Oberschlesien [1]) versteht man unter solchen diejenigen, welche bei unverändertem Kokssatz statt gewöhnlich 3 nur 2 Gichten Erz tragen.)

Anblasen. 2) Das Anblasen oder Anlassen des Ofens. Hierunter versteht man diejenige Periode, während welcher der abgewärmte Ofen bei allmälig gesteigertem Erzsatz dahin gebracht wird, dass die Brennmaterialgichten den grössten Erzsatz tragen und das Windmaximum erhalten. Das Anlasen erfordert viel Aufmerksamkeit und Zeit, und die meisten Versuche, dasselbe abzukürzen, haben zu einer rascheren Zerstörung des Ofens und verringerter Production

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 357.

beigetragen. Die Dauer des Anblasens hängt von mancherlei Umständen ab, namentlich von der Grösse und Zustelungsmasse des Ofens, der Strengflüssigkeit des Erzes, de Qualität des Brennmaterials etc.

Man gibt anfangs geringe Quantitäten leichtflüssige Schlacken (z. B. 2 Cbfss. gepochte Eisenfrischschlacken) oder leichtflüssig gemachter Beschickungen [1]) (zu Ilsenburg z. B 8 Theile Eisenstein, 1 Theil gepochte Hohofenschlacke und 1 Theil Kalk mit Salz gemengt, davon zunächst 1 Gicht à 2 Tröge = 1,18 Cbfss., 1 Gicht à 3 Tröge, 1 G. à 5 Tr., 1 G. à 6 Tr., 6 G. à 7 Tr., 6 G. à 8 Tr. und 6 G. à 9 Tr., dann regelmässige Beschickung) oder etwa 1/4 der normalen Beschickung mit Brennmaterial auf, geht dann zu geringen Sätzen (auf den Oberharzer Hütten z. B. 4 Cbfss.) von normaler Beschickung über und behält diese gewöhnlich so lange bei, bis sich die ersten Schlacken vor der Form zeigen. Auch gibt man als erste Gicht wohl Kalkstein auf, um das Herannahen der Erzgichten anzuzeigen oder wenn man vermuthet, dass sich Steintheile im Gestell abgelöst haben, die zu verschlacken sind.

Holzkohlenöfen.

Während dieser Zeit wirkt das Gebläse noch nicht, sondern die nöthige Luft tritt durch die Formöffnung, welche man allmälig ganz öffnet, und durch den Vorherd ein. Die auf diese Weise ohne Gebläse niedergehenden Erzgichten nennt man stille Gichten. Gelangt bei Holzkohlenöfen nach 6 — 8 und mehreren Tagen seit dem Aufgeben der ersten Erzgicht Schlacke in den Herd, so reinigt man, nöthigenfalls unter Rostschlagen, Sohle und Seiten desselben, bedeckt den Sohlstein mit Lösche, bringt Formen und Wallstein an ihre Stelle, lässt den kalten Wind mit geringer Pressung (etwa 4 Linien) an, zieht Kohlen in den Vorherd welche mit einer Thonschicht bedeckt werden, und reinig Formen und Vorherd alle 2 — 3 Stunden von Ansätzen. Werden diese flüssiger, so zieht man die Kohlen aus den Herd, lässt die Schlacke hinreichend hitzig auf den Sohstein gelangen und im Herd emporsteigen. Nach 12 — 1

1) Beispiele für solche Beschickungen und überhaupt für das Anblasen der Oefen von Janoyer: B. u. h. Ztg. 1862. S. 234.

Stunden kann man dann zum ersten Abstich des gewöhnlich weissen Roheisens schreiten. Von jetzt an verstärkt man den Erzsatz, so wie Temperatur, Volum und Pressung des Windes allmälig, sticht das Roheisen alle 8—12 Stunden ab, entfernt die Schlacken durch Abstechen oder Abfliessenlassen, weniger gut durch Herausholen, öfters aus dem Herd und führt so mehrere Wochen fort, bis der Ofen unter fleissigem Arbeiten im Herde den normalen Erzsatz erhalten hat. Bei Blauöfen arbeitet man das Gestell anfangs alle 6—12 Stunden aus und verschiebt das Reinigen wenn möglich bis vor den Eisenabstich. Die beim Räumen zerkleinten Brennmaterialtheilchen lässt man öfters durch den Wind ausblasen (Aschenregen). Zu Königshütte am Harz dauert z. B. das Abwärmen mittelst des Eisenöfchens etwa 4 Wochen; 3 Tage, nachdem der Hohofen mit Kohlen gefüllt, zeigt sich ein langsames Sinken der Kohlensäule und nach 5 Tagen gibt man die erste Steingicht von 5 Cbfss. auf. Nach 10 Tagen, innerhalb welcher 28 Gichten à 5 Cbfss. aufgegeben worden, erscheinen Schlacken im Herd, worauf derselbe täglich mehrere Mal, oft 5mal gereinigt wird. Man lässt den Wind mit 4 Linien Pressung an und steigert den Satz nach 10 weiteren Tagen auf die normale Höhe von 8⅓ Cbfss., sowie auch die Windpressung.

Kokshohöfen.

Bei Kokshohöfen [1]) verfährt man unter öfterem Rostschlagen ähnlich und wendet bei grösseren Oefen, nachdem 8—14 Tage zum Niedergang der ersten Gicht bis vor die Form erfordert sind, anfangs engere Düsen von 1 ½—1 ¾ Zoll, zuletzt solche von 3 Zoll Weite und mehr bei verstärkter Pressung und vermehrter Formzahl an. Bei zu schwacher Pressung, also namentlich bei anfangs zu weiten Formen rückt der Schmelzpunct zu nahe an die Formwand. Gleichzeitig bringt man Holzkohlen oder Steinkohlen nach weggenommenem Rost in den Herd. Bei grösseren Oefen in England [2]) füllt

1) Beispiele: Belgien, Valerius c. l. S. 366. — England, B. u. h. Ztg. 1856. S. 335. Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 23. — Westphalen, B. u. h. Ztg. 1858. S. 86.

2) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 22, 194.

man den Herd 5—6 Fuss hoch mit Holz, stürzt darauf Steinkohlen einige Fuss hoch, füllt den übrigen Theil des Schachtes mit Koks, setzt darauf eine Gicht Kalk mit etwas Erz, zündet das Holz an und leitet durch einen gemauerten Zugcanal Luft in den Herd. Nach etwa 12 Stunden schlägt man den ersten Rost. Es können bei Koksöfen 10—12 Wochen vergehen, ehe man vom Aufgeben der ersten Erzgicht an bis zum höchsten Satze gelangt, und incl. des Austrocknens (bis 3 Monate) und des Abwärmens mit Koks (4—7 Wochen) bis 8 Monate zum Inbetriebsetzen eines Ofens erforderlich sein.

Bei Anwendung von anfangs kaltem, später erhitztem Winde kann man den Satz rascher erhöhen. Am besten erzeugt man beim Anblasen eine leichtflüssigere Bisilicatschlacke (S. 144), welche dann in Koksöfen später basischer werden muss (S. 152). Steigert man den Erzsatz zu rasch, so entsteht kalter Ofengang und eisenoxydulreiche fressende Schlacke, desgleichen zieht das Zuleiten von stark gepresstem und viel Wind beim Beginn des Anblasens eine zu rasche Erhöhung der Temperatur nach sich, in Folge dessen Gestell- und Schachtwände zerstört werden. Während man bei kleineren Oefen nur einige Wochen lang verringerte Gichten aufzugeben braucht, so erfordern grössere monatelang einen vorsichtigen Beginn des Betriebes, bis das Rauhgemäuer gehörig durchwärmt ist.

Dufournet [1]) ist dadurch zu einem rascheren, mit bedeutender Zeit- und Brennmaterialersparung verbundenen Betriebe gelangt, dass in 2 Zoll Höhe über dem Boden durch Düsen Wind eingeführt wurde, nachdem der Ofen hinreichend ausgetrocknet war. Das Gestell geräth alsbald in Weissglühhitze, worauf man die Formen am Boden mit Thon verschliesst und den Wind durch die höher liegenden gewöhnlichen Formen eintreten lässt.

Man muss während des Anblasens auf alle Erscheinungen sorgfältig achten, die demnächst den Ofengang stören können, z. B. reichliche Ansatzbildung im Herd, Kippen der Gichten etc.

---

1) B. u. h. Ztg 1862. S. 342.

Chargiren.

3) **Aufgeben der normalen Gichten.** Man versteht unter **Gichten** die relativen Mengen der auf einmal in verschiedenen Lagen in den Ofen gegebenen Brennmaterial- und Beschickungsquantitäten und nennt die Erzgicht auch wohl **Satz**. Gewöhnlich nimmt man die Brennmaterialgicht constant an und verändert die Grösse der Erzgicht je nach dem derzeitigen Ofengang, nach der Beschaffenheit des Brennmaterials etc. Nur wenn das Aufgeben dem Gewichte nach geschieht, ist man im Stande, ein feststehendes Verhältniss zwischen Erz und Brennmaterial zu erhalten und nur da, wo letzteres von ziemlich gleicher Beschaffenheit bleibt, oder bei nassen Kohlen kann man es dem Volum nach aufgeben, indem die atmosphärischen Einflüsse weniger das Volum, als das Gewicht verändern. Bei Holzkohlenöfen wiegt man gewöhnlich das Brennmaterial in den Aufgebekörben vor dem Chargiren auf einer Schnellwage; von der Beschickung bestimmt man das Gewicht eines Cubikfusses und giebt sie dann aus Gefässen von bestimmtem Inhalt (Laufkarren, Holzkästen etc.) in die Gicht. Bei Koksöfen geschieht das Wägen auf Decimal-, Brücken- oder Decimalkrahnwagen (S. 284).

Brennmaterialgichten.

Was die **Grösse der Brennmaterialgicht** betrifft, so gilt wohl der, aber häufig nicht zutreffende, Grundsatz, dass letztere die Erzgicht tragen und eine so starke geschlossene Lage auf der Gicht bilden muss, dass sie beim Ausbreiten im Kohlensack bei Holzkohlen noch $3\frac{1}{2}$—5, bei Koks bis 4 Zoll Dicke hat. Nach v. MAYRHOFER[1]) wird die kleinste Menge Kohle oder Koks pro Satz ausgedrückt durch die Formel $\frac{0{,}157\ D^2\ (n + 6)}{n}$, worin D den Kohlensackdurchmesser in Fuss und n das Gewicht eines Cbfss. Brennmaterial in Pfd. ausdrückt. Im Allgemeinen richtet sich die Grösse der Brennmaterialgicht nach den Ofendimensionen und der Beschaffenheit von Erz und Brennmaterial, indem z. B. strengflüssige und gröbere Erze grössere Gichten, als leichtflüssige und kleinere, Koks wegen ihrer Schwerverbrennlichkeit kleinere, als Holzkohlen, harte Holzkohlen

1) B. u. h. Ztg. 1842. S. 556, 688.

geringere, als weiche, so wie gute feste Holzkohlen bei locker liegendem Erz kleinere, als umgekehrt erfordern. Zu grosse Kohlengichten rücken bis zum nächsten Chargiren zu tief nieder und die folgende Charge kühlt den Ofenschacht oben zu sehr ab; bei zu kleinen Gichten vermengen sich Erz und Brennmaterial und es entsteht in Folge zu starken Vorrollens des Erzes ein fehlerhaftes Schmelzen. Letztere Annahme hat indess in neuerer Zeit beim Koksofenbetrieb nicht immer ihre Bestätigung gefunden, indem man z. B. beim Meppener Ofen[1]) (S. 153) die Koksgicht mit bestem Erfolge von 3000 auf 1500 Pfd. = 60 Cbfss. verminderte, wo sie dann bei der Grösse der einzelnen Stücke kaum hinreichte, an der bis 12 Fuss weiten und 104 Quadratfuss grossen Gicht eine gleichmässige Unterlage fürs Erz zu bilden.

Nach LEBLANC nimmt man auf französischen Hütten, welche mit viel Wind arbeiten, bei Holzkohlenöfen von 25 bis 40 Fuss Höhe Gichten von 20—40, höchstens 60 Cbfss., bei Koksöfen von 40—50 Fuss Höhe solche von 20 bis 35 Cbfss. KARSTEN gibt die Grösse der Gichten zu resp. 15—30 und 12—20 Cbfss. an. Wie die später folgende Zusammenstellung zeigt, erleiden diese Zahlen in der Praxis die verschiedensten Modificationen.

Grösse der Erzgichten. Die Erzgichten variiren in ihrer Grösse nach dem derzeitigen Ofengange, welcher z. B. von den S. 297 angegebenen, Temperaturerniedrigung oder Erhöhung herbeiführenden Umständen abhängig ist, sowie nach der Beschaffenheit des zu erblasenden Roheisens. Graues Eisen erfordert geringere Erzsätze, als weisses. Soll während des Betriebes von der Erzeugung grauen Giessereiroheisens zu weissem Frischroheisen übergegangen werden, so steigert man allmälig den Erzsatz; auf Malapane[2]) lässt man sich zur Darstellung von halbirtem Eisen für den Walzenguss erst graues Roheisen im Herd erzeugen, dann weisses durch das sogenannte Hartsetzen, d. h. Vergrösserung des Erzquantums, Verringerung der Kohlenmenge und stärkere Pressung.

1) HARTMANN, Fortschr. V, 129.
2) Berggeist 1860. No. 99. B. u. h. Ztg. 1861. S. 438.

Auch gibt man hier einige sogenannte scharfe Gichten[1]), d. h. mehr Beschickung, als gewöhnlich, wenn ein bei anhaltendem Gaargange erzeugtes dickflüssiges graphitreiches Roheisen in gutes gaares Eisen umgewandelt werden soll.

Verfahren beim Aufgeben.

Von der Sorgfalt, mit welcher das Aufgeben der Gichten geschieht, hängt wesentlich die grössere oder geringere Regelmässigkeit des Hohofenbetriebes ab. Es kommt beim Chargiren hauptsächlich auf folgende Puncte an:

a) Rasches Chargiren, also Aufgeben grösserer Portionen auf einmal, damit nicht die Kohlengichten schon niedergehen und ihre Lage verändern, während die Erzgichten noch eingetragen werden. Gichtwagen (S. 284) empfehlen sich in dieser Beziehung vor kleineren Gefässen.

b) Gehörige Vertheilung des Brennmaterials. Man ebnet die Brennmaterialgicht möglichst sorgfältig ein und bringt dabei die kleinen Kohlen auf die groben, um ein Durchrollen des Erzes thunlichst zu vermeiden. Ein solches Vorrollen der Erze (I. 453) findet besonders leicht bei stark zerkleinten Erzen (z. B. Bohnerzen) und Oefen mit enger Gicht (S. 255) statt, z. B. in den steyer'schen Blauöfen[2]), wo dieses Vorrollen $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{3}$ beträgt, d. h. das gleichzeitig aufgegebene Erz kommt $\frac{1}{5}$—$\frac{1}{3}$ Zeit eher ins Gestell, als die zugehörigen Kohlen. Nimmt dieses Vorrollen zu, so können bedenkliche Störungen im Ofengange, namentlich Versetzungen im Gestell entstehen. Man sucht dasselbe zuweilen bei feinem Erz, z. B. zu Thiergarten[3]) bei Bohnerz, dadurch zu vermindern, dass man die Kohlengicht — zu unterst aus groben, zu oberst aus kleinen Kohlen bestehend — convex macht, der Steingicht eine concave Form gibt und durch eine trichterförmige Schachtöffnung oder einen Setzcylinder mit konischem Boden das Herabziehen des Erzes an den Schachtwänden befördert. Das Voreilen des Erzes scheint besonders im oberen Schachttheile stattzufinden, wo der Unterschied im specifischen Gewichte noch

1) B. u. h. Ztg. 1856. S. 144.
2) Tunner's Versuche zu Turrach: Leoben. Jahrb 1860. IX, 306.
3) Preuss. Zeitschr. III. A. 190.

nicht gegen den Druck der auflastenden Erzsäule verschwindet (S. 240).

Hat man Tannen- und Buchenkohlen, so gibt man erstere gewöhnlich zuerst auf, weil sie grösser sind und die darüber liegenden Buchenkohlen beim Aufgeben der Beschickung weniger leicht zertrümmert werden. Die zu kleinen Kohlen lässt man schon gleich beim Einziehen ins Chargirgefäss aus, zu grosse zerschlägt man etwas beim Aufgeben.

c) Gehörige Vertheilung der Beschickung. Diese muss im Allgemeinen so geschehen, dass das Erzklein an die Wände, die gröbern Stücke in die Mitte kommen (S. 237). Bei kleineren Holzkohlenöfen erreicht man dies durch Auseinanderziehen des Erzes mit einer Krücke, wo man dann auch wohl den Erzkleinrand festklopft. Bei Oefen mit weiterer Gicht verfährt man zur Erreichung des Zweckes auf die S. 237 angegebene Weise, am einfachsten durch Einstürzen des Erzes an mehreren Stellen der Peripherie. Um die Ofenwände reiner zu halten, findet hierbei zu Ulverstone[1] eine ungleichmässige Vertheilung von Erz und Brennstoff an den einzelnen Stellen statt.

Beim Rachette'schen Ofen (S. 242) setzt man das Erz nach der Mitte zu und lässt den Rand mehr frei, um zu verhüten, dass die Beschickung zu dicht vor den Formen niedergeht, in Folge dessen die Formaugen sich verdunkeln und ein Kaltblasen der Beschickung stattfinden kann.

Bei Holzkohlenöfen nimmt man wohl nach dem Einebnen des Satzes Etwas von der Formseite weg und häuft es an der Tümpelseite an, damit die Schlacke hitzig an den Formen vorbeigeht und keine Ansätze bildet, dagegen aber an der Tümpelseite wegen geringerer Hitzigkeit das Durchblasen des Windes erschwert. Schadhafte Stellen im Ofenschacht oder Gestell bessert man zuweilen dadurch aus, dass man an die betreffende Seite mehr Beschickung oder auch wohl Quarz setzt.

d) Regelmässiges Aufgeben, besonders wichtig bei niedrigeren Oefen und feinem Eisenstein. Man darf die Gichten nicht zu weit niedergehen lassen, weil sonst

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 156.

die Bd. I. S. 453 angegebenen Nachtheile eintreten. Daselbst war auch die Rede von den Mitteln zum Messen der Gichttiefe (Gichtmesser, Gichtwecker), dem Gichtwechsel (III. 298) und der Art und Weise, wie die Gichten im Ofen niedergehen (III. 255).

Entweder ist zur Erzgattirung schon der erforderliche Zuschlag gegeben und man sticht sämmtliche Lagen des Möllers von oben herab gleichmässig durch (Holzkohlenöfen), oder, wie bei Koksöfen, bringt man das Erz für sich und dann erst den Kalk in den Ofen, oder man wirft den Kalk auf den Boden des Gichtwagens und darauf die verschiedenen Erze in abwechselnden Schichten (Vorwärtshütte).

Herdarbeiten.

4) Arbeiten im Herd, und zwar hauptsächlich:

Schlackenentfernung.

a) Die Entfernung der Schlacke. Bei Holzkohlenöfen mit offner Brust wird die zähflüssige Bisilicatschlacke, wenn der Herd damit angefüllt ist und sie nicht von selbst über den Wallstein fliesst, ausgekrückt, über den mit dem Schlackenblech bedeckten Wallstein auf die Hüttensohle gezogen, mit Wasser übergossen und aus der Hütte geschafft, worauf man Gestübbe in den Vorherd wirft. Ist die Schlacke dünnflüssig, wie meist in Blauöfen, so wird sie entweder gemeinschaftlich mit dem Roheisen abgestochen, mit Wasser abgekühlt und mit eisernen Krücken von Eisen abgezogen oder für sich durch den Schlackenstich (S. 229) in einen muldenförmigen Gestübbeherd abgelassen. Man steckt dann in die flüssige Masse einen eisernen Dorn mit Ring, an welchem man mittelst Kette und Krahns das Schlackstück nach dem Erkalten auf einen eisernen Wagen hebt und dann zur Halde fährt[1]) (Steyermark). Bei Koksöfen verfährt man entweder auf letztere Weise (Concordiahütte, Dudley etc.), indem man einige Stunden nach dem Abstich, wenn die Schlacke im Herde wieder bis unter die Formen gestiegen ist, eine Oeffnung in die Decke des Vorherdes stösst, durch diese die Schlacke ausfliessen und sich abwechselnd zwei Schlackengruben damit füllen lässt, oder die Schlacke fliesst meist über den Wallstein weg in eiserne Schlackenwagen S. 283; Taf. III. Fig. 74), auf welchen, nachdem der Kastenrand

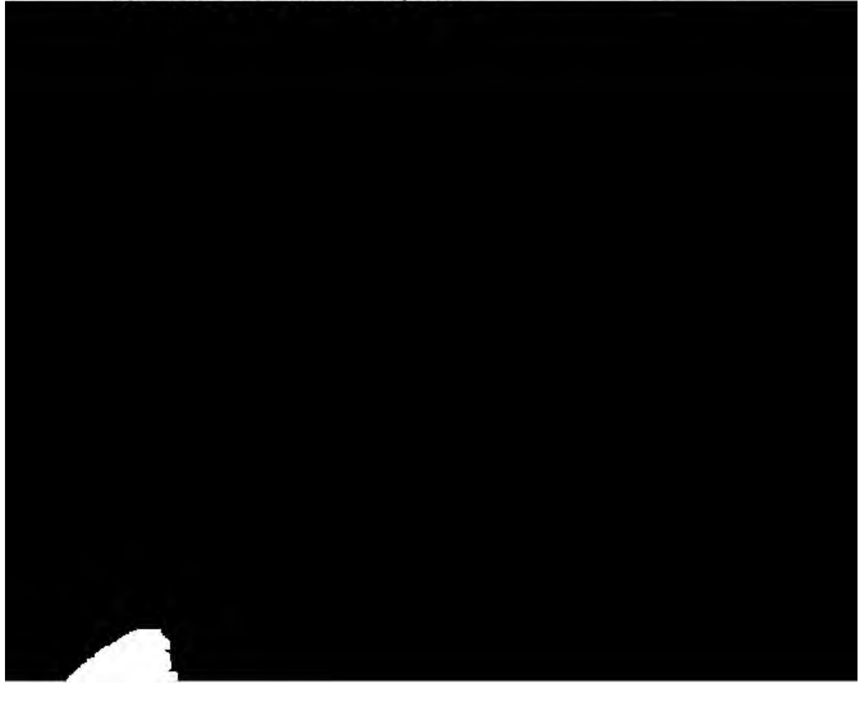
1) Karst., Arch. 2 R. XXV, 609.

abgenommen, die erkalteten 15—20 Ctr. und mehr schweren Schlackenblöcke auf Schienen von Pferden direct zur Halde gefahren oder bei mangelndem Haldensturz in einiger Entfernung vom Hohofen mittelst Dampfmaschinen auf die Oberfläche der Halde geführt und dann wieder auf Schienenbahnen mittelst Pferden an deren äussersten Punct geschafft werden (z. B. in England, wo ein Hohofen täglich 800 bis 1600 Ctr. Schlacken liefert.) Zuweilen schaffen Pferde die Wagen auf schneckenförmig gelegten Eisenbahnen mit 4 bis $4\frac{1}{2}$ % Fall zur Höhe (Seraing).

Die Schlacken der Holzkohlenöfen werden gewöhnlich zur Ausscheidung des mechanisch eingeschlossenen Eisens (Wascheisen) aufbereitet, die Koksschlacken meist abgesetzt, zuweilen aber auch anderweitig benutzt (I. 844).

sonabstich. b) Entfernung des Roheisens. Das Roheisen wird entweder

α. aus dem Vorherd oder aus dem Schöpfherd (S. 228) mit angewärmten lehmüberzogenen Kellen, nachdem vorher die Schlacke abgezogen, behuf der Giesserei ausgeschöpft. Bedarf man viel Eisen, z. B. 12 Ctr. und mehr, so stellt man während des Schöpfens den Wind ab und reinigt darauf den Herd von Ansätzen; oder



kann, während sich die Schlacke (Gossenschlacke) davor ansammelt. Die erfolgenden Eisenstücke nennt man Gänze, Würfeleisen, Masseln etc. Unmittelbar vor dem Stichloche ist die Gosse 8—10 Zoll tief mit feuerfestem Sand aufgestampft, weil sich das Eisen sonst hier einfrisst und den Wallstein leicht beschädigt. Gegen Ende des Abstichs lässt man wohl das Gebläse einige Zeit wirken, um den Herd von Eisen und Schlacken möglichst zu entleeren. Je seltener man absticht, um so mehr wird die Abkühlung des Herdes vermieden.

Bei Blauöfen sticht man entweder die Schlacke ein- bis zweimal für sich, dann das weisse Eisen in den unmittelbar vor dem Ofen gelegenen Schlackensandherd (S. 229) ab und erhält dasselbe in Gestalt von 2—3 Zoll dicken Platten (Flossen, Brocken), oder man leitet graues Eisen sammt Schlacken in Sandformen (Gänze) oder in eine zur Verhütung des Kochens des Eisens aus aufgelockertem Sand hergestellte Grube von etwa 30 Zoll Durchmesser, zieht die erstarrte Schlackendecke von dem noch flüssigen Eisen ab und reisst den Inhalt des Herds unter Begiessen mit Wasser in dünne Scheiben (Blattl, Plattl). Je mehr Plattl (gewöhnlich auf 10 Ctr. Eisen 30 - 40 Scheiben) man bei diesem Plattlguss oder Scheibenreissen erhält, um so vortheilhafter ist es. Nach v. Mayrhofer [1]) wird das von Schlacke überlaufene Roheisen siliciumfreier, auch soll ein Eingiessen in starke Eisenschaalen zu dünnen Gänzen den Siliciumgehalt, wahrscheinlich an Mangan gebunden, mehr an die Oberfläche führen.

Wirft man Schmiedeeisenabfälle in die Gänzeform, so scheidet sich Silicium aus und das erfolgende Roheisen gibt beim Umschmelzen im Kupoloofen ein festeres Product, als wenn man hierbei Schmiedeeisen zusetzt. Soll das Eisen oberflächlich blank ausfallen, so sticht man dasselbe in geringen Quantitäten mit der Schlacke ab; wo keine blanke Oberfläche verlangt wird, lässt man die Schlacke vor dem Eisen ab, kann dann aus der Qualität des ersteren auf die Beschaffenheit des letzteren schliessen, mehr davon im Herd

1) Leoben. Jahrb. 1861. X, 327, 328, 330.

halten und durch Einwirkung der Gebläseluft das Roheisen im Herde theilweise entkohlen.

Das Roheisen zum Verfrischen, namentlich hitziges, wird meist in Coquillen gegossen, um die Masseln reiner von Sand zu erhalten, welcher den Frischverlust vermehrt. Da es sich in denselben mehr abschreckt, als im Sand, so erscheint graues in Coquillen gegossenes Eisen stets etwas geringer, als Sandmasseln, und hat einen mehr oder weniger weissen Rand. Durch Aufgiessen von Wasser kann man es völlig weissen.

Behuf des Granulirens lässt man das Roheisen in einer [illegible] Sandrinne auf eine über einem Wasserbehälter befindliche concave Eisenplatte (Granulirblech) mit Löchern, durch welche es in dünnen Strahlen in das continuirlich zu- und abfliessende Wasser gelangt. Dabei krahlt man mit eisernen Rechen das ins Wasser gefallene Eisen fortwährend aus einander, damit nicht zu grobe Granalien erfolgen. Darstellung von Granalien auf Altenauer Eisenhütte am Harz[1] für die Bleiniederschlagsarbeit.)

Das Eisen zeigt beim Abstechen in Folge einer noch nicht näher gekannten Gasentwickelung und der Oxydation empor geworfener Theile ein um so stärkeres Funkensprühen, je weniger gekohlt dasselbe ist; weisses Eisen erstarrt rasch, graues bleibt längere Zeit flüssig und sprüht weit weniger Funken, als ersteres.

Nach dem Abstechen wird bei abgestelltem Gebläse der Herd sorgfältig gereinigt und der Stich erst durch einen heissen Schlackenpfropfen, dann, wenn derselbe noch eben knetbar ist, durch einen darauf gedrückten Sandpfropfen verschlossen, damit kein Eisen in den Stich tritt und darin erkaltet. Nachdem dann der Vorherd mit frischer Kohlenlösche bedeckt, lässt man das Gebläse wieder an.

Bleiabstich. Bei bleiischen Geschicken verdampft Blei (I. 788) im Gestell, dringt unter den Sohlstein, condensirt sich und wird von Zeit zu Zeit aus dem Andreascanal (S. 220) abgestochen (Königshütte in Oberschlesien; Ichenberg bei Eschweiler, wo jährlich über 600 Ctr. Blei und gegen 1000 Ctr.

1) Stünkel, Eisenbergwerke und Eisenhütten am Harz. 1803. S. 127.

nkische Ofenbrüche gewonnen werden; zu Tarnowitzer Ilberhütte wurden im Jahre 1861 an 1831 Ctr. Blei aus berschlesischen Eisenhohöfen mit 36,84 % Pb und 0,11 % Ag rhüttet).

c) Das Ausräumen des Herdes (Rengeln, Regeln) ittelst gerader oder gekrümmter Brechstangen (Rengel, egel), welche auf englischen Hütten zweckmässig in einer, i einem beweglichen Krahn hängenden Kette ruhen; ir Entfernung von Ansätzen häufiger bei Koksöfen ls bei Holzkohlenöfen auszuführen. Tritt in letzteren zu tarker Gaargang ein, so beschleunigt man das Niedergehen ler Gichten durch Leerschöpfen des Herdes und entfernt mittelst des Rengels alle Ansätze vor der Form und an der Hinterwand, welche ein Nachrücken der Beschickungssäule hindern können. Bei Rohgang, wenn Abkühlung im Gestell eingetreten und unvorbereitete Erze darin vorhanden, hält man die Massen möglichst lange im Herd, ohne dass sie in die Form treten; vermindert auch wohl die Menge der Gebläseluft. Bilden sich Ansätze von Frischeisen, erstarrte Schlacken etc. vor derselben, so erhöht man Temperatur und Pressung des Windes, räumt mit dem Rengel und in der Form mittelst des Formstörers (S. 281), damit sie nicht, vom Windstrom getroffen, völlig kalt geblasen werden. Die leichter zu entfernenden Ansätze von Schlacken vor der Form deuten auf Gaargang, indem sie eisenärmer und strengflüssiger werden, die von Frischeisen auf Rohgang. Solche Ansätze setzen namentlich dem einströmenden Winde Widerstand entgegen. Nur bei sehr ausgebranntem Gestell lässt man eine Nase zu.

Herdräumen.

Bei trocknem und steifem Ofengang erschwert die Ansatzbildung die Herdarbeit und namentlich auch das Schöpfen. In Folge einer Frischeisenbildung verengert sich oft ein zu weit gewordenes Gestell wieder und gestattet noch längere Zeit einen normalen Betrieb.

Bei Steinkohlen- und Anthracitöfen beschränkt sich das Räumen des Herdes wegen der starken Tümpelflamme auf in Durcharbeiten des Erzes mit langen dünnen Brechstangen, usschaufeln der Lösche und Schlacke mittelst einer in einem eweglichen Krahn hängenden Schaufel, theilweises Schliessen

des Herdes mit grobem Schlackengrus und Abkühlung desselben durch Wasser, wenn die Flamme zu heftig wird. Auch lässt man wohl Asche und beim Räumen zerkleintes Brennmaterial unter dem Tümpel durch ausblasen (S. 204). Durch Ueberladung des Ofens können sehr bedenkliche, schwierig zu beseitigende Störungen eintreten.[1]) Zinkische Ofenbrüche aus oberen Ofentheilen müssen zuweilen gewaltsam mit Brechstangen abgelöst und herausgenommen werden, nachdem man die Gichten hat hinreichend tief niedersinken lassen, das Gebläse abgestellt und Ofenbrust und Formen verschlossen worden.

Füttern.

d) Das Füttern des Ofens, das Einbringen von Substanzen in den Herd durch die Formen, welche entweder die Temperatur erhöhen (Kohlen) oder Ansätze weglösen (Eisenfrischschlacken, Flussspath, Eisenhohofenschlacken) oder ein übergaares, dickflüssiges, graphitreiches Roheisen kohlenstoffärmer machen sollen (Eisenstein, Eisenfrischschlacken). Man räumt dann die alten Schlacken zuvor zweckmässig aus dem Herd aus. Da durch Einbringen der kalten Massen in den Herd derselbe leicht zerstört wird, so gibt man diese Substanzen besser auf der Gicht auf oder verstärkt oder vermindert den Erzsatz, wo dann allerdings sich die Wirkung erst nach längerer Zeit zeigt.

Windstellung.

e) Veränderung der Menge, Pressung und Temperatur des Windes bei eintretenden Veränderungen im Ofengange.

Herdreparaturen.

f) Reparaturen im Herd und Gestell, z. B. Auswechseln des Wallsteins, des Tümpels und der Formen, wenn sie zerstört sind. Diese Operationen nimmt man gleich nach dem Abstich bei möglichst gaarem Ofengang, leeren Kohlengichten, sobald letztere einwirken, abgestelltem Wind und bedeckter Gicht in ähnlicher Weise vor, wie beim ursprünglichen Einbau. Stark glühende Steine werden von aussen durch Wind gekühlt und an ihre Stelle vorgewärmte neue einzeln eingesetzt, so dass man auf diese Weise den ganzen Herd erneuern kann. Beim Einsetzen einer neuen Form füllt man zunächst den weggebrannten

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 400.

Theil mit Thon, lässt die neue Form anfangs weiter in den Ofen hineinragen und zieht sie hierauf zurück, wo dann das Gestell nach der andern Seite hin sich erweitert. Es gehören hierher auch Reparaturen des Bodensteins [1]) durch Ausstampfen mit feuerfester Masse solche an der Rast [2]), Reparaturen in Folge leck gewordener Wasserformen [3]) etc. In letzterem Falle, sowie auch, wenn sich Roheisen bei durchfressenem Sohlstein in die Feuchtigkeitscanäle ergiesst, können heftige Explosionen entstehen, desgleichen bei Anwendung von Holz (S. 193) als Brennmaterial.

Erfordern die Reparaturen längere Zeit, so muss man stille Gichten geben, oder den Ofen dämpfen.

Dämpfen.

5) Das Dämpfen oder Eindämmen des Ofens. Muss der Ofenbetrieb, z. B. wegen zufälligen Mangels an Brennmaterial, einige Zeit unterbrochen werden, so lässt man die Erzgichten niedergehen, füllt nur Brennmaterial nach, sticht alles Eisen ab, stellt das Gebläse ein, nimmt den Wallstein weg und verschliesst den Ofen dicht. Von Zeit zu Zeit reinigt man den Herd von Asche und gibt, wenn der Ofen wieder in Betrieb gesetzt werden soll, Erzsätze in rasch steigendem Verhältnisse auf. Bei plötzlich eintretender Veranlassung zum Dämpfen, z. B. beim Bruche des Gebläses, entleert man den Herd, gibt leere Gichten auf und sucht den Schaden möglichst schnell zu verbessern, damit die nicht zu vermeidende Versetzung nicht überhand nimmt.

Ausblasen.

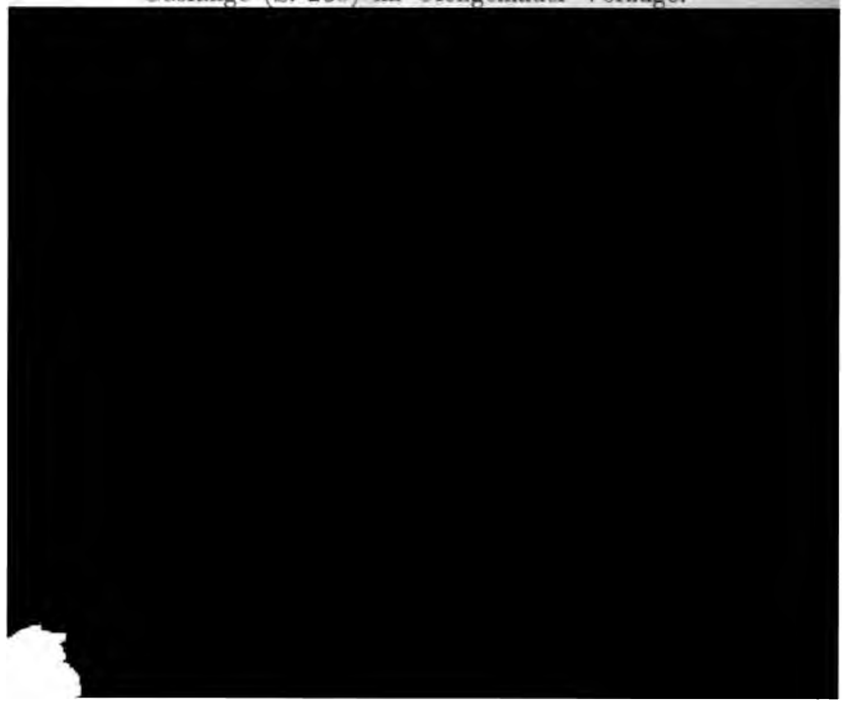
6) Das Ausblasen des Ofens. Ist Mangel an Schmelzmaterialen vorhanden oder wird durch Veränderung der Ofendimensionen der Schmelzgang unregelmässig und entstehen dadurch Nachtheile in Bezug auf die Qualität des Roheisens und den Brennmaterialverbrauch, so schreitet man zum Ausblasen des Ofens. Man macht die letzten Erzgichten wohl etwas leichtflüssiger und verringert ihre Grösse, bedeckt die allerletzte noch mit etwas Brennmaterial und bläst den Ofeninhalt bei möglichst gaarem Gange und verstärkter Windpressung nieder. Sobald die Formen reine

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 401.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 400.
3) Schles. Wochenschr. 1859. No. 22. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 38.



Kohlen zeigen, wird das Roheisen aus dem Herd abgestochen und ausgeschöpft, der Wind abgestellt, die Formen verstopft, die Gicht geschlossen, Tümpel und Tümpelblech entfernt, die Kohlen ausgezogen und alle noch flüssigen Massen ausgeräumt. Dann lässt man den Ofen bei geschlossener Oeffnung langsam erkalten, wenn nicht Eile vorhanden ist, und schreitet nach dem Erkalten zum Ausbrechen derjenigen Ofentheile, welche einer Reparatur bedürfen.

Bei dieser Art des Ausblasens leiden die oberen Schachttheile von der Hitze sehr, indem diese mit abnehmender Schmelzsäule zunimmt; eingehängte Eisencylinder werden leicht zerstört und die Gasfänge, wenn sie nicht gekühlt sind (S. 222; Neuberg), können schmelzen. TUNNER [1]) hat zur Vermeidung dieser Uebelstände die Procedur dahin abgeändert, dass der Ofen so lange voll Kohlen gehalten wird, bis das letzte Eisen ausgeronnen ist. Dann werden alle zum Ofenschacht führenden Oeffnungen geschlossen, und nachdem gehörige Abkühlung eingetreten, räumt man die Kohlen unter stetem Wassergiessen durch die vorher eingeschlagene Brust aus. Vor eingehängten Cylindern haben hierbei die ringförmigen Gasfänge (S. 235) im Ofengemäuer Vorzüge.



wegen zu geringer Wasserkraft öfters mehrere Hohöfen an verschiedenen Orten im Betrieb hat. [1])

Beispiele.

Die Form ausgeblasener Oefen kann zu einer zweckmässigen inneren Ofengestalt führen. Bei einem nach 5⅓ Jahren ausgeblasenen Blauofen zu Eisenerz [2]) (Taf. III. Fig. 77, 78) bezeichnet *a* die erste, *b* die letzte Lage der Formen; *c* den ersten und *d* den letzten Abstich.

Bei mit heisser Luft gespeissten Oefen pflegt sich besonders der untere Theil des Ofens erweitert zu haben, bei kaltem Winde mehr der obere Schachtraum.

Figur 79—81 auf Taf. III. stellt einen zu Königshütte am Harze im September 1861 nach 3½jähriger Campagne ausgeblasenen Holzkohlenofen dar.

Am Ende der Schmelzcampagne muss das während derselben zu führende Betriebsjournal eine Einsicht in den Verlauf und Erfolg des Betriebes gestatten, namentlich Nachweis liefern über den Materialaufwand, die Production, das Ausbringen, den Gichtwechsel, die Grösse der Gichten, die Ofendimensionen, die Windverhältnisse u. dgl. m.

Ofengang.

§. 28. Leitung des Ofenbetriebes und Kennzeichen zur Beurtheilung desselben. Die Leitung des Ofenbetriebes ist wegen der mannichfach darauf influirenden Umstände nicht ohne Schwierigkeiten. Bei einem guten Ofengange wird das Eisen fast vollständig reducirt und es bildet sich eine vollkommen flüssige, nahezu eisenfreie Schlacke. Erzeugt sich gleichzeitig bei einem gewissen Verhältniss zwischen Brennmaterial und Beschickung das gewünschte Roheisen, so nennt man den Ofengang gaar oder normal, und es lassen sich dann je nach der Beschaffenheit des erblasenen Eisens verschiedene Arten des Gaarganges unterscheiden, z. B. bei grauem Eisen ein normalgaarer, ein halbirter, heiss- und kaltgaarer Gang etc. Den Gegensatz hierzu bildet der rohe, übersetzte oder scharfe Ofengang, bei welchem ein Theil des Eisens unreducirt bleibt und verschlackt wird und ein weisses Roheisen von

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 221.
2) Oesterr. Ztschr. 1857. S. 279.

unerwünschter Beschaffenheit erfolgt. Als Abnormitäten si noch der übergaare und trockne Ofengang zu bezeic nen, ersterer bei einem Ueberfluss an Brennmaterial, let terer bei Mangel an Schlacke eintretend.

Unter gekuppeltem Hohofenbetrieb versteht m nach v. Mayrhofer[1] einen solchen, wobei die Schlac des einen Ofens zur Beschickung des anderen gegeben wir

Kriterien des Ofenganges.

Als Kennzeichen zur Beurtheilung des Ofe ganges dienen die Beschaffenheit des Roheisens, der Schlack der Formen, sowie der Tümpel- und der Gichtflamme, m graues oder weisses Roheisen erzeugt werden

Roheisenqualität.

§. 1 Beschaffenheit des Roheisens und zwar hi sichtlich der Farbe im flüssigen und erkalteten Zustan des Flüssigkeitsgrades, des Bruchansehens, der Erstarrba keit, der Ausscheidungen auf der Oberfläche des flüssig Eisens, des Oberflächenansehens, des Funkensprühens bei Abstechen etc. Zur Beurtheilung der Qualität des Eisens gi die Probe der Formen (S. 28) ein gutes Anhalten. Ma giesst flüssiges Roheisen in eine in Formsand gemachte Verti fung und beobachtet dessen Oberfläche, auf welcher sich ein F gurenspiel (S. 29) zeigt. Je blatter dasselbe und je hell die Farbe des Eisens, um so hitziger und um so wenig zum Erstarren geneigt ist dasselbe. Nach Schott[2]) deut die in Folge verschiedener krystallinischer Zustände ve schiedene Gestalt der Figuren (Ausscheidungs- und Oxyd tionsproducte) auf die Beschaffenheit des Eisens. Nach der selben zeigt gaares Eisen mit grösstem Kohlenstoffgeh nur parallele Spalten, gaares mit minderem Kohlenstoffgeha Spalten mit Seitenästen, halbirtes bei Holzkohlen Kreuz bei Koks Dreiecke, dünnflüssiges Eisen mit dem geringst Kohlenstoffgehalt kleine sternförmige Figuren.

Bei einem geringen Schwefelgehalte kommen diese F guren besonders schön zum Vorschein, z. B. zu Altenau Eisenhütte am Harz, wo der weissglühende Metallspie gleich nach dem Ausschöpfen völlig klar ist, die Oberfläc wallt, ein schmaler Ring von Gaarschaum nach dem Ran

1) Oesterr. Ztschr. 1861. No. 32.
2) Bgwfd. VI, 241.

getrieben wird, in der Mitte sich wieder auf einige Augenblicke ein etwas vertiefter Spiegel zeigt, dann sich die Oberfläche mit einer grauen Haut überzieht und in dieser sich bis zum Erstarren die Figuren bilden.

Auf der alsdann erstarrenden Oberfläche zeigen sich je nach der Unreinheit des Roheisens Ausscheidungen (I. 167; III. 29) in geringerer oder grösserer Menge, bald in Gestalt von kleinen schwarzen Pünctchen, bald in grossen Flecken (Wanzen) mit darunter befindlichem Blasenraum. Man sagt danach, das Eisen habe keine Probe (übergaares Eisen), schwache Probe (gaares graues Eisen), starke Probe (halbirtes oder spitzes Eisen) oder Wanzen (weisses, grelles Eisen). Letztere bewegen sich auf dem flüssigen Eisen, wie herumlaufende Wanzen mit grosser Eile und lassen bei convexer Oberfläche des erstarrten Eisens (S. 19) unter sich, wie erwähnt, Vertiefungen, welche bei hitzig grellem Eisen scharfe Kanten haben, bei matt grellem aber rund ausgeflächt sind. Uebergaares Eisen (S. 25) erstarrt in Folge von Graphitausscheidung mit runzlicher Oberfläche und die Kanten stehen in der Regel höher, als die Mittelfläche. Gaares graues (S. 24) und halbirtes Eisen (S. 24) erstarren mit mehr ebener Oberfläche, letzteres in der Mitte mit etwas gesenkter Oberfläche, was dichte Güsse gibt.

Sticht man aus der Sandgrube, wenn die Oberfläche des Eisens eben erstarrt ist, den noch flüssigen Theil von unten ab, so zeigen sich an den Wandungen je nach der, hauptsächlich von den Beschickungsverhältnissen abhängigen Qualität des Roheisens verschiedene krystallinische Gebilde, welche dann mittelst eines Mikroskops auf der Bruchfläche des Eisens wieder zu erkennen sind und einen wesentlichen Einfluss auf die Festigkeit des Roheisens haben.

Nach SCHOTT [1]), welcher hierüber umfangreiche Versuche angestellt hat, zeigt gaares Eisen mit höchstem Kohlenstoffgehalt von Graphitblättchen durchsetzte, wenig feste krystallinische Bildungen; gaares Eisen mit geringerem Kohlenstoffgehalt bereits geordnete krystallinische Zusammensetzung mit deutlicher hervortretenden, einander durchbre-

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 130, 334.

chenden Krystallen mit nur wenig Graphiteinlag
birtes Eisen zeigt noch vollständigere Krystall
zweigungen und tannenbaumähnlichen Ansätzen; d
Eisen mit dem geringsten Kohlenstoffgehalt am vol
verzweigte kleinere Krystallbildungen mit gar l
nur kaum zu bemerkenden Einlagerungen v
theilchen.

Graues Roheisen.

a) Graues Roheisen (I. 772; III. 21) e
aus strengflüssigen Beschickungen in Oefen mit
und hohem Gestell [leichtflüssige Erze erfordern
Gestell S. 240; auch lässt der RACHETTE'sche Of
mit seinem verhältnissmässig weiten Gestell die
von grauem Eisen zu], bei gut vorbereiteten, nicht
und phosphorhaltigen Erzen, dichtem trocknen Br
Anwendung von erhitzter Gebläseluft und unte
Umständen, welche dem Entstehen einer hohen
(S. 297) nicht zuwider sind. Diese, sowie ein
lumen der Schmelzzone — hervorgebracht durc
liches Verhältniss des Brennmaterials zum Erzsatz
eine nicht zu geringe Windcapacität (Menge u
der Luft) — sind die Hauptbedingungen zur Erze
grauen Eisens, wenn gleichzeitig die besseren dich
sorten oder reinere, schwefel- und aschenarme
Steinkohlen angewandt werden. Mit steigender
(stark erhitzter und gepresster Luft bei dichten
kohlen oder Anthracit) nimmt die Verunreinigur
eisens durch fremde Substanzen um so mehr z
die Beschickung.

Je nach dem Zusammenwirken von Brenn
Temperatur der Gebläseluft zur Erzeugung ein
Temperatur im Ofen lassen sich nach SCHEERER
Verschiedenheiten im Ofengange wahrnehmen:

Kaltgaarer Ofengang.

α. Kaltgaarer Ofengang. Bei reichlic
material — namentlich Fichtenkohlen, welche in
gionen früher ins Glühen kommen, die Reductic
gen, durch leichte Aufnahme von Sauerstoff die
des Roheisens vor der Form verhüten und wegen
weniger hoher Temperaturen die Reduction v

nicht begünstigen —, kalter Gebläseluft von nicht zu hoher Pressung, reinen Eisensteinen und durch Giesserei nicht gestörtem Schmelzen stattfindend, erhält man ein siliciumarmes und nicht zu graphitreiches, lichtgraues, etwas glänzendes Roheisen von grosser Festigkeit und zum Frischen sehr geeignet (z. B. früheres Drahtseilroheisen zur Steinrenner Hütte am Harz), und zwar nur in holzreichen Gegenden, also bei billigen Holzkohlenpreisen, wenn es weniger auf die Grösse der Production, als auf die Qualität des Productes ankommt. Auch bei Anwendung reiner Koks lässt sich unter den angegebenen Verhältnissen ein gutartiges Product erzeugen (England S. 278).

Heissgaarer Ofengang.

β. Heissgaarer Ofengang. Zur Ersparung von Brennmaterial wendet man stark erhitzte Gebläseluft an, wobei sich ein zwar billiges, aber graphit- und siliciumreiches schwarzgraues Roheisen (S. 277) erzeugt, welches erst nach vorherigem Umschmelzen im Kupoloofen oder Flammofen zur Giesserei tauglich ist, zum Frischen aber wenig angewandt wird. Wegen Mangels an reducirenden Gasen bei der verminderten Brennmaterialmenge kohlt sich das Eisen weniger und nimmt bei der hohen Erzeugungstemperatur desto mehr Silicium auf. Hierher gehört z. B. das mit Anthracit und leichtflüssigen schwefelhaltigen Kohleneisensteinen (S. 77) in Schottland[1]) in Oefen mit weitem Gestell (S. 240) bei stark erhitzter Gebläseluft und basischen Schlacken erzeugte schwarzgraue Giessereiroheisen (I. 773; III. 25). Wendet man keinen stark erhitzten Wind an, so entsteht weisses Roheisen.

Das schottische schwarzgraue Roheisen[1]) enthält 2 bis 4% Graphit, 0,4—0,8% chemisch gebundenen Kohlenstoff, 2—3% (bei kieseligen Erzen 8—15%) Silicium, 0,03 bis 0,07% Schwefel und 0,07—0,21% Phosphor. Die gleichzeitig fallenden Schlacken enthalten 31—35% Kalkerde, 20—26% Thonerde, 30—36% Kalkerde und 2,5—8% Schwefelmangan.

Normalgaare Ofengang.

γ. Normalgaarer Ofengang, zwischen den beiden vorigen Ofengängen liegend. Bei Anwendung einer hinreichen-

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 323.

den Menge von nicht zu stark erhitztem Wind erzeugt bei einem grösseren Verbrauche an Brennmaterial (Holzkol Koks oder Steinkohlen) ein nicht zu lichtgraues Roheisen (S mit 3,5—4,5% Kohlenstoff (davon 2—3% Graphit), welches ohne Weiteres zum Giessereibetriebe und bei reineren E steinen und Brennmaterialien entweder direct oder nach vc gegangenem Feinen auch zum Frischen eignet, die am hä sten erblasene graue Roheisensorte (England, Belgien, C schlesien, Westphalen, Harz etc.). Gestattet es die Rei der Eisensteine, so lässt sich durch Erniedrigung der T peratur im Schmelzraume, z. B. durch Verringerung Windtemperatur und durch Steigerung des Erzsatzes, unter Brennmaterialersparung, halbirtes Roheisen (S. erzeugen, welches für die Giesserei und Frischerei Vorth vor dem grauen Roheisen gewähren kann (manche Ha Hütten). Ausser auf diese Weise durch directe Erzeug kann man halbirtes Roheisen auch noch auf die Weise halten, dass man geröstete und ungeröstete Erze oder Ei frischschlacken mit aufgibt (weniger gut Füttern mit Ei frischschlacken), oder alternirend graues und weisses Rohei erbläst und sich beide im Eisenkasten mischen lässt, oder nöthige Menge graues und weisses Eisen darstellt und d die gehörige Menge der andern Eisensorte setzt, z. B. Malapane[1]).

Versetzungen beim Gaargang. Das gaare Eisen ist, weil bei hoher Temperatur erzet gewöhnlich hitzig, kann aber matt werden, wenn es z. in einem erweiterten Herde Abkühlung erleidet.

Treten bei dem Gaargang, besonders wenn die Beschick bei geringerer Temperatur zu strengflüssig ist, Versetzung im Gestell unter Bildung eines weissen körnigen Roheis ein, zeigen sich starke Ansätze (Horden) vor der Form, steigert man die Temperatur durch stärkere Erhitzung Windes und Abbrechung an Satz oder Aufgeben von le Kohlengichten. Hilft dies nicht, so füttert (S. 314) man v den Ofen mit Kohlen, Eisenfrischschlacken (S. 314) oder be Flussspath (S. 314). Steigt in Folge zu hoher Brennmate sätze — z. B. bei plötzlich nothwendig werdender Verhütt

1) Berggeist 1860. No. 99. B. u. h. Ztg. 1861. S. 438.

leichtflüssiger Geschicke statt bisher angewandter strengflüssiger, oder durch ungeschickte Betriebsführung, oder bei einer bedeutenden Menge stark gepressten und erhitzten Windes — die Temperatur zu hoch, so tritt ein übergaarer Ofengang ein, welcher mit einem unnöthigen Verbrauch an Brennstoff und der Entstehung eines schwarzgrauen, graphitreichen, dickflüssigen, grobkörnigen Roheisens (S. 25) verbunden ist, weder zur Giesserei, noch zur Frischerei geeignet. Durch Einstecken von verbranntem Eisen in den Herd oder durch Füttern mit Eisensteinen, Flussspath oder Eisenfrischschlacken (zweckmässig bei Anwendung von Steckformen zur Schonung des Gestelles) oder durch Aufgeben einiger scharfer Gichten (S. 307) lässt sich das im Herd befindliche übergaare Eisen von einem Theil Graphit befreien und seine fernere Bildung überhaupt durch häufiges Abheben der Schlacke, Erhöhung des Erzsatzes oder Schwächung der Windtemperatur vermeiden. Durch Vergrösserung des Windquantums und der Pressung bei gleichzeitiger Verminderung der Windtemperatur erfolgt ein schnellerer Gichtenwechsel und damit eine Erniedrigung der Temperatur im Gestell, desgleichen ersterer auch, wenn man den Herd möglichst leer schöpft und mittelst des Rengels an der Vor- und Hinterwand alle Ansätze entfernt, die das Nachrücken der Beschickung verzögern. Durch Umrühren solchen Roheisens mit Holzstäben wird die Graphitausscheidung befördert.

Uebergaarer Gang.

Ist die Beschickung sehr leichtflüssig und die Temperatur im Gestell zu hoch, so bildet sich, z. B. beim Verschmelzen der Kohleneisensteine in einem Ofen mit engem Gestell (S. 240), in Folge unvollständiger Reduction eine eisenhaltige, dünnflüssige Schlacke, welche das Gestell stark angreift und das gebildete Roheisen entkohlt, so dass ein kohlenstoffarmes, weisses, unreines Roheisen entsteht.

Diesem hitzigen Ofengange wirkt man durch Schwächung und Abkühlung des Windes oder Erweiterung des Gestelles oder grössere Strengflüssigkeit der Beschickung entgegen.

Hitziger Ofengang.

Fehlt es bei zu hoher Temperatur im Ofen an Schlacken, so dass das Roheisen nicht gehörig gegen den Windstrom geschützt ist (dürrer oder trockener Ofengang), so

Trockener Ofengang.

wird dasselbe entkohlt, es bilden sich schwer zu entfernende Frischeisenansätze an der Form und an den Gestellwänden und es tritt leicht ein Kippen der Gichten ein, welches die Versetzungen noch vermehrt, wie man an den Formerscheinungen, sowie an der Gicht- und Tümpelflamme wahrnimmt.

Man hilft sich anfangs mit Schwächung des Windes und Erzsatzes, Ausräumen des Herdes, Reinigung der Formen, Füttern mit Eisenfrischschlacken oder Flussspath oder mit Zuschlag leichtflüssiger Substanzen; ist der dürre Gang weiter gekommen, so muss man den Tümpel wegnehmen oder durch eingebrochene Oeffnungen Wind in die erstarrten Massen führen.

Beispiele für die Darstellung von halbirtem oder grauem Roheisen mit:

1) Holzkohlen in

a) Blauöfen (S. 207): Mariazell [1]), St. Stephan [2]) und Miesling [3]) in Steyermark, Witkowitz. [4])

b) Hohöfen mit offener Brust. Oberharzer Hütten [5]), Ilsenburg [6]), Lauchhammer [7]), Ludwigshütte [8]) in Hessen, Eiserfey [9]) in der Eifel, Wiesbaden [10]), Veckerhagen [11]),

Gravenhorst [1]), Theissholz [2]), Thiergarten [3]), Tangerhütte [4], Oberschlesien [5]), Belgien [6]), England [7]), Schweden [8]), Finnland [9]), Norwegen [10]), Polen [11]), Russland [12]) etc.

2) Holzkohlen und Holz. Braunschweig'sche Hütten am Harze [Zorge [13]), Rübeland [14]), Gittelde [15])], Schreckendorf [16]) in der Grafschaft Glatz, Champigneulles [17]) bei Nancy, Witkowitz [18]), Hieflau [19]), Russland.[20])

3) Holzkohlen und Torf. Neustadt [21]), Hieflau [22]),

1) B. u. h. Ztg. 1853. No. 50. — KARST., Arch. 1 R. XVII. 128.
2) RITTINGER's Erfahrungen. 1855.
3) Preuss. Ztschr. III. A. 190. — HARTMANN, Fortschr. I, 166.
4) Preuss. Ztschr. III. A. 179. — HARTMANN, Fortschr. I, 165.
5) WACHLER, die Eisenerzeugung Oberschlesiens. Hft. 3. S. 16, 41; Hft. 6. S. 86, 88. — Preuss. Ztschr. I, 157. - DELVAUX DE FENFFE, de la situation de l'industrie du fer en Prusse. Liège 1844. — Uebersicht der Hüttenwerke, welche mit Koks, Holzkohlen und gemischtem Brennmaterial betrieben werden: Allgem. b. u. h. Ztg. 1861. S. 180.
6) TUNNER's Ber. über die London Ind.-Ausst. von 1862. S. 36. — VALERIUS, Roheisenfabrikation, deutsch von HARTMANN. 1851 S. 100, 544.
7) TUNNER c. l. S. 28. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 169; 1863. S. 156.
8) GARNEJ, Bau und Betrieb der Hohöfen in Schweden. 1800. KARST., Arch. 1 R. XV, 452; XI, 431. - SCHEERER's Metallurgie. II. 113. — B. u. h. Ztg. 1847. S. 117; 1857. S. 65; 1859. S. 107, 130, 244; 1860. S. 426; 1863. S. 110. — TUNNER, das Eisenhüttenwesen in Schweden. 1858.
9) B. u. h. Ztg. 1861. S. 409.
10) SCHEERER, Metall. II, 117.
11) Ann. d. min. 1858. livr. 1. p. 89. — B. u. h. Ztg. 1859. S. 438; 1860. S. 27; 1861. S. 161. - Berggeist 1859. No. 52.
12) SCHEERER's Metall. II, 118. — Bgwfd. XX. No. 22.
13) B. u. h. Ztg. 1859. S. 441
14) B. u. h. Ztg. 1853. No. 1.
15) KARST.. Arch. 2 R. XXV. — B. u. h. Ztg. 1858. S. 129.
16) Preuss. Ztschr. I. B. 198. - HARTMANN, Fortschr. I, 169.
17) B. u. h. Ztg. 1859. S. 282.
18) Oesterr. Ztschr. 1861. S. 202.
19) Oesterr. Ztschr. 1861. S. 113.
20) Ibid.
21) B. u. h. Ztg. 1860. S. 331.
22) Oesterr. Ztschr. 1859. No. 41.

Tangerhütte[1], Thiergarten[2]), Pillersee[3]), Achthal[4]), Irland[5]) etc.

4) Holzkohlen und Koks. Heinrichshütte[6]) bei Lobenstein, Oberschlesien[7]), Siegen[8]), Gaya[9]) in Mähren etc.

5) Torfkohlen. Underwiller[10]) in der Schweiz, Tangerhütte[11]) etc.

6) Holzkohlen und Steinkohlen. Wengerska Gorka[12]) in Mähren.

7) Koks. Oberschlesien[13]) [Königshütte[14]), Malapane[15]), Vorwärtshütte[16]), Hubertushütte[17]), Hohenlohehütte[18]), Glei-

1) Preuss. Ztschr. II, 172 — HARTMANN, Fortschr. I, 180
2) Preuss. Ztschr. III. A. 190.
3) Leoben. Jahrb. 1854. S. 236. — Oesterr. Ztschr. 1856. S. 317.
4) Leoben. Jahrb. XI, 45.
5) B. u. h. Ztg 1863. S. 139. 148.
6) B. u. h. Ztg. 1857. S. 325.
7) Allgem. b. u. h. Ztg. 1861. S. 180.
8) TUNNER's Bericht über die London. Ind.-Ausst. v. 1862. S. 37. —

witz[1]), Laurahütte[2]), Tarnowitz[3])], Hasslinghausen[4]), Hörde[5]), Johannishütte[6]) bei Duisburg, Henrichshütte[7]) bei Hattingen, Porta Westphalica[8]), Georg Marienhütte[9]), Meppen[10]), Mühlhofen[11]), Kladno[12]), Hof[13]) in Baiern, Belgien[14]), England[15]), [Ulverstone[16]), Low Moor[17]), Ystalifera[18]), Aberdare[19]) etc.],

1) Hartmann, Fortschr. I, 187; III, 144; VI, 139. — Preuss. Ztschr. III, 164.
2) Hartmann, Fortschr. III, 145; VI, 136. — Rittinger's Erfahrungen. 1852.
3) Hartmann, Fortschr. III, 145.
4) B. u. h. Ztg. 1858. S. 73; 1860. S. 54, 284, 427.
5) Hartmann, Fortschr. I, 188; III, 149. — Schönfelder, die baulichen Anlagen auf den Berg-, Hütten- und Salinenwerken in Preussen. 1. Jahrg. 1. Lief. 1861. — Förster's Bauzeitung. XXII. Hft. 2 und 3.
6) Schönfelder c. l. 1. Jahrg. 2. Lief. 1861.
7) Hartm., Fortschr. I, 188; II, 214. — B. u. h. Ztg. 1858. S. 106, 218.
8) B. u. h. Ztg. 1859. S. 156. — Berggeist 1859. No. 61.
9) Hartmann, Fortschr. II, 241. — Mittheilungen des Hannov. Gew.-Vereins 1858.
10) Hartmann, Fortschr. V, 103, 115. — Ztschr. des Ver. deutscher Ingen. V, 79.
11) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 59. — Hartmann, Fortschr. V, 114. — Berggeist 1863. No. 23.
12) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 88.
13) Allgem. b. u. h. Ztg. 1860. S. 293.
14) Valerius, Roheisenfabrikation, deutsch v. Hartmann. 1851. S. 473, 498. — B. u. h. Ztg. 1842. S. 540; 1850. S. 532, 784; 1855. S. 196; 1858. S. 191. — Karst., Arch. 1 R. VII, 318; 2 R. XXI, 584; XXIII, 661. — Preuss. Ztschr. 1858. VI, 1. Lief. — Berggeist 1861. No. 29. — Scheerer's Metall. II, 126.
15) Valerius, Roheisenfabrikat., deutsch von Hartmann. 1857. S. 523. Eck und Chuchul in Karst. Arch. 2 R. XXV, 589. — Stentz in Preuss. Ztschr. III, 81. B. u. h. Ztg. 1855. S. 278. — Truran in B. u. h. Ztg. 1856. S. 335. Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 21. — Gruner und Lan in B. u. h. Ztg. 1862. S. 42. — Hartmann, Fortschr. VI, 140. — Jordan in Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 13. Rollin in B. u. h. Ztg. 1862. S. 413.
16) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 185. — Tunner, Bericht über die London. Ind.-Ausst. v. 1862. S. 32. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 379.
17) Preuss. Ztschr. IV. B. 217. — Hartmann, Fortschr. I, 206. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 142.
18) B. u. h. Ztg. 1862. S. 429.
19) B. u. h. Ztg. 1862. S. 413.

Frankreich[1]) [Creuzot[2]), Decazeville[3]. Maubeuge[4]), Fourchambault[5]) etc.].

8) Steinkohlen für sich oder im Gemenge mit Koks. England [Dowlais[6]), Aberdare[7]) etc.], Oberschlesien [Versuche mit Steinkohlen[8])].

9) Anthracit. Schottland[9] [Gartsherrie, Govan, Monkland, Dundyvan, Calder etc.], Südwales[10]) [Yniscedwin[11]), Ystalifera[12]) etc.], Pensylvanien[13]).

10) Anthracit und Koks. Ystalifera[14]).

Weisses Roheisen.

b) Weisses Roheisen (I. 769; III. 6). Dasselbe erzeugt sich bei einer nicht zu hohen Temperatur der auf ein geringes Volum reducirten Schmelzzone in Oefen mit mehr oder weniger weitem Gestell aus leichtflüssigen Eisensteinen unter Anwendung von Holzkohlen, Koks oder Steinkohlen, sowie kalter und nicht zu stark erhitzter Luft. Da Koks und heisse Luft eine Steigerung der Temperatur in der Schmelzzone veranlassen, so muss das Gestell hin-

1) B. u. h. Ztg. 1842. S. 80; 1860. S. 450.
2) Karsten, Arch. 1 R. VII. 303. — B. u. h. Ztg. 1850. No. 4. — Valerius c. l. S. 539.
3) B. u. h. Ztg. 1844. S. 417; 1845. S. 181.
4) Scheerer, Metall. II. 132.
5) B. u. h. Ztg. 1845. S. 154.
6) Karsten, Arch. 2 R. XXV. 589. — B. u. h. Ztg. 1845. S. 481, 977; 1846. S. 226, 987; 1848. S. 5; 1862. S. 428. — Preuss. Zeitschrift. III. B. 86. Tunner, Ber. über die London. Ind.-Ausst. v. 1862. S. 52. — Klocke, Dowlais Works. Stettin 1850.
7) B. u. h. Ztg. 1862. S. 413.
8) Berggeist 1862. No. 18—25. — Beilage zur Schles. Wochenschr. Jahrg. III. S. 59.
9) B. u. h. Ztg. 1843. S. 845; 1852. S. 99; 1854. S. 144, 225; 1855. S. 278; 1862. S. 302. — Preuss. Ztschr. II. B. 96; III. B. S. 81. — Karsten, Arch. 2 R. XXV. 601. — Valerius c. l. S. 523. — Polyt. Centr. 1856. S. 998. — Scheerer, Metall. II. 135.
10) B. u. h. Ztg. 1862. S. 323, 413.
11) B. u. h. Ztg. 1862. S. 428.
12) Berggeist 1858. S. 51. — Preuss. Ztschr. III. B. 81. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 430.
13) Preuss. Ztschr. II. p. XXII. — B. u. h. Ztg. 1849. S. 314; 1851. No. 2; 1852. S. 681; 1862. S. 344. — Ann. d. min. 5 sér. XIX. 490.
14) B. u. h. Ztg. 1862. S. 429.

reichend erweitert werden. Weisses Koksroheisen, aus denselben reinen Eisensteinen erblasen, pflegt unreiner als Holzkohlenroheisen zu sein, dagegen kann ein aus unreiner Beschickung mit Holzkohlen erzeugtes weisses Roheisen unreiner sein, als ein aus reinerer Beschickung erblasenes Koksroheisen. Je nachdem die eine oder andere der nachstehenden weissen Eisensorten erzeugt werden soll, muss der Ofengang modificirt werden. Gewöhnlich geht selbst beim Gaargange etwas mehr Eisen in die Schlacke, als bei Darstellung von grauem Roheisen.

Erzeugung von Spiegeleisen.

a) Spiegeleisen, Spiegelfloss, Hartfloss, Spangeleisen, Rohstahleisen, Rohstahlfloss, weissgaares oder dünngrelles Eisen (I. 769. III. 8), ein von Silicium, Schwefel und Phosphor fast ganz freies, mit Kohlenstoff meist völlig gesättigtes Roheisen, welches aus gerösteten schwefel- und phosphorfreien, manganhaltigen Braun- und Spatheisensteinen in Oefen mit weitem Gestell (grosser Kohlungs- und kleiner Schmelzzone) und enger Gicht (S. 239) in der Regel bei Anwendung von Holzkohlen und heisser Luft (Steyermark), zuweilen auch mit reinen Koks, kalter oder heisser Luft (Siegen, Hörde, Hochdahl) erblasen wird. Der Mangangehalt reinigt das Roheisen und befördert dessen Kohlung, macht die Spatheisensteine leichtflüssig, und deren Porosität erleichtert die Reduction und Kohlung, welche durch die angegebene Ofenconstruction unterstützt wird. Die Anwendung von erhitzter Luft und Koks veranlasst wahrscheinlich die Bildung eines mangan- (S. 162) und siliciumhaltigen Roheisens, welches, z. B. das Siegen'sche, von KRUPP zur Stahlbereitung vorgezogen wird. Bei einem Phosphor- und Schwefelgehalt des Roheisens tritt eine Sättigung des Eisens mit Kohlenstoff nicht ein (S. 41, 48) und es kann von demselben Graphit ausgeschieden werden. Selten erzeugt man Spiegeleisen aus Eisenfrischschlacken (S. 16), Franklinit (S. 10, 68) etc.

HOHENEGGER [1]) hält zur Erzeugung von Spiegeleisen die

1) Oesterr. Ztschr. 1863. S. 307.

Bildung einer Singulosilicatschlacke für wesentlich, welche durch Manganoxydul leichtflüssig gemacht ist.

Nach den neuesten Untersuchungen von RAMMELSBERG (ERDM., J. f. pr. Chem. Bd 89. S. 393) sind die Ansichten von KARSTEN (S. 11) und GURLT (S. 11) über die Constitution der Roheisenarten irrig. Nach demselben enthält das Spiegeleisen bis über 1.5 % Graphit und hat einen schwankenden, bis auf 3.1 % herabgehenden Gehalt an chemisch gebundenem Kohlenstoff. Es gibt weder, wie durch Analysen nachgewiesen wird, das GURLT'sche Viertel- noch das Achtelcarburet. Es muss das Roheisen als eine isomorphe Mischung seiner Bestandtheile angesehen werden, woraus sich der Wechsel in seiner Zusammensetzung erklärt, und weisses und graues Roheisen unterscheiden sich dadurch, dass Eisen und Kohlenstoff in denselben in heteromorphen Zuständen auftreten.

Die Hauptfortschritte, welche bei der Darstellung dieser Eisensorte, z. B. in Steyermark[1], Siegen etc. gemacht werden, bestehen in Vergrösserung der Oefen und Windmenge, Anwendung des erhitzten Windes, zweckmässigerer Röstmethoden (S. 131 etc.), in Folge dessen unter Ersparung von Brennmaterial sich die Production gesteigert hat.

Beispiele. 1) Darstellung von Spiegeleisen in Blauöfen: Steyermark und zwar: Vordernberg[2]), Eisenerz[3]), Hieflau[4]), Turrach[5]), Neuberg[6]), Hüttenberg[7]) etc. Kärnthen[8]): z. B.

1) Leoben. Jahrb. 1857. VI, 176. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 263.
2) Leoben. Jahrb. 1842. S. 125, 146; 1843. S. 96; 1861. S. 281, 402, 403, 404, 407; 1862. S. 301.
3) B. u. h. Ztg. 1853. S. 789. — Leoben. Jahrb. 1860. IX. 284. — Oesterr. Ztschr. 1855. S. 374.
4) B. u. h. Ztg. 1847. S. 753; 1853. S. 223, 256; 1861. S. 5. — Oesterr. Ztschr. 1853. S. 85, 120, 249, 283; 1855. S. 374; 1856. S. 21; 1858. S. 87, 121. — Leoben. Jahrb. 1862. XI, 299. — KRAUS, Jahrb. 1848. S. 30; 1849. S. 62; 1855. S. 63, 445.
5) B. u. h. Ztg. 1849. S. 401.
6) Oesterr. Ztschr. 1855. S. 126, 241; 1858. S. 104.
7) Leoben. Jahrb. 1841. S. 225; 1842. S. 77.
8) Preuss. Ztschr. 1857. V. Lief. 3. — Bericht d. k. k. Berghauptm. 1858. S. 88. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 105. — Oesterr. Ztschr. 185. No. 22. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 103.

Lölling[1]), Lavantthal[2]) etc. Siegen[3]). Thüringen[4]): Katzhütte[5]) etc. Lombardei[6]). Tyrol: Jenbach[7]).

2) Darstellung von Spiegeleisen in Oefen mit offener Brust. Gittelde[8]) am Harz.

Erzeugung von blumigen und luckigen Flossen.

β. Blumige und luckige Flossen (I. 770; III. 16). Findet der Schmelzgang unter nahe denselben Umständen, wie bei Erzeugung von Spiegeleisen statt, wird nur unter Erniedrigung der Temperatur durch verstärkten Erzsatz etc. und kürzeres Verweilen der sehr leichtflüssigen Beschickung in der Kohlungs- und Schmelzzone die Kohlung beeinträchtigt, so erzeugen sich die genannten sehr reinen, weniger gekohlten Roheisensorten mit resp. 4 und 3% Kohlenstoff. Kleinluckiges Eisen (wilder Stahl) hat den geringsten Kohlenstoffgehalt und ist am schwerflüssigsten. Eggertz[9]) fand in als Ziehscheibenstahl benutztem kleinluckigen Eisen 3,3% Kohlenstoff. Sind die Poren des kleinluckigen Eisens in Folge einer Oxydation angelaufen, so nennt man dasselbe gerauste Flossen, welche gewöhnlich bei Versetzungen entstehen, noch kohlenstoffärmer und sehr strengflüssig sind. Da diese Eisenerzeugung bei der niedrigsten Temperatur ausgeführt wird, so lässt sich ein solcher Betrieb meist nicht andauernd halten, wenn die Erze nicht sehr leichtflüssig sind, und es muss zeitweilig wieder zur Darstellung von Spiegeleisen geschritten

1) Leoben. Jahrb. 1842. S. 220; 1843 und 1844. S. 82. Merbach, Anwendung erhitzter Gebläseluft 1840. S. 6. Oesterr. Ztschr. S. 87, 121. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 5.

2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 339.

3) Schles. Wochenschr. 1860. No. 18. — B. u. h. Ztg. 1856. S. 314; 1857. S. 408. — Hartmann, Fortschr. I. 166. — Jacobi, das Berg-, Hütten- und Gewerbewesen im Regierungsbezirk Arnsberg 1857. S. 133. — Tunner, Bericht über die Londoner Ind.-Ausstell. v. 1862. S. 37. — Berggeist 1863. No. 23.

4) Ann. d. min. 4 sér. II, 231. — Berggeist 1860. No. 60.

5) Berggeist 1860. S. 432. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 5.

6) B. u. h. Ztg. 1844. S. 102. — Karsten, Arch. 2 R. XVIII. 325.

7) Oesterr. Ztschr. 1855. No. 47, 48; 1856. No. 2.

8) Karsten, Arch. 2 R. XXV. 261; Kerl, Com. Unterharz. Freiberg 1853. S. 91. — Polyt. Centr. 1858. S. 107. — Preuss. Zeitschrift. II, 126.

9) Eggertz, colorimetr. Bestimmung des Kohlenstoffs: B. u. h. Ztg. 1863. S. 280.

werden. Namentlich beim Betriebe auf das schwerschmelzi
kleinluckige Eisen kommen häufig Versetzungen vor, wob
man, was aber nur bei kleinen Oefen hilft, von Zeit zu Ze
leere Gichten gibt, welche die Ansätze weglösen. In höhere
Oefen ändert man zweckmässig die Sätze gruppenweise, i
dem man statt der normalen Sätze dieselben für eine
Eisenabstich vielleicht um 10—20 Pfd. erhöht, dann für eine
folgenden Abstich wieder um 30 — 40 Pfd. vermindert, w
dann die alten Ansätze immer aufgelöst und wieder neu
gebildet werden. Auch durch Füttern lässt sich solches Eis
erzeugen. Bei grössern Versetzungen müssen zuweilen Fo
men und Stichloch in den Blauöfen erhöht werden. Durc
öfteres Schlackenabstechen und Schwächen des Gebläse
sowie auch wohl durch momentanes starkes Erhitzen d
Windes sucht man einem eingetretenen Rohgang abzuhelfe
Bei kleinluckigem Eisen pflegt die Schlacke eisenreicher z
sein, als bei grossluckigem.

Diese Eisensorten werden hauptsächlich in Steyermar
und Kärnthen dargestellt.

Erzeugung v. Weisseisen.

γ. Weisses Eisen vom Gaargange (I. 770
III. 18) wird für den Frischprozess aus nicht ganz reine
schwefel- und phosphorhaltigen Erzen und meist bei Kol
und heissem Winde bei etwas höherer Temperatur, als d
Spiegeleisen erzeugt, und fällt deshalb kohlenstoffärmer, abe
reicher an Silicium, Schwefel und Phosphor aus. Bei eine
grösseren Gehalt an letzteren ist das Eisen nicht mehr z
gebrauchen, selbst wenn man hohe Schmelztemperatur
anwendet, wo dann noch ein grösserer Siliciumgehalt hinz
kommt (heissgaarer Ofengang). Ein solches Roheise
von Firmy enthielt nach Berthier 1,44 C, 0,30 S, 2,30 l
und 4,10 Si.

Die erforderliche Leichtflüssigkeit der Beschickung wi
entweder durch einen Mangangehalt herbeigeführt, der unt
Entstehung von gaaren eisenarmen Schlacken zugleich rei
gend wirkt, oder durch einen Eisengehalt, indem man z. l
Eisenfrischschlacken in reichlicher Menge zuschlägt (Da
stellung von weissem Roheisen geringerer Qualität zu Schien

in Wales.[1]) Die in solchem Falle entstehenden Schlacken enthalten dann bis 20 % oxydirtes Eisen und es entsteht ein grosser Eisenverlust (in Wales jährlich an 250000 Tonnen). Wollte man bei einer strengflüssigeren Beschickung durch Verstärkung des Satzes die Bildung von weissem Eisen herbeiführen, so würden alsbald Versetzungen eintreten. Zuweilen stellt man in einem neuen Ofen anfangs graues Giessereiroheisen dar und später, wenn er entsprechend erweitert ist, weisses Frischroheisen (Katzhütte). Diese Roheisensorte wird in Westphalen, Belgien, England etc. häufig dargestellt.

Erzeugung v. grellem Eisen.

δ. Weisses Roheisen vom Rohgange (I. 771; III. 19) entsteht im Allgemeinen bei einer unvollständigen Reduction und Kohlung des Eisens, in Folge dessen noch oxydirtes Eisen im Gestell vorhanden ist, welches theils in der Schlacke bleibt, theils bereits gebildetes Kohleneisen entkohlt und ein kohlenstoffarmes und bei unreinen Erzen ein schwefel- und phosphorhaltiges Eisen erzeugt. EGGERTZ fand in solchem, durch Einwirkung von Kochschlacke entkohlten, schon geschmeidigen Eisen 2,7 % Kohlenstoff. Der Ursachen zu dieser unvollkommenen Vorbereitung können viele sein, z. B. eine Temperaturerniedrigung in Folge zu hohen oder zu feuchten Satzes, schlechten, feuchten, aschenreichen, zerreiblichen, kleinen Brennmaterials; zu reiche oder zu arme, zu leicht- oder zu strengflüssige, zu ungleich reducirbare oder zu ungleich schmelzbare Beschickung, zu schwach oder zu stark geröstete Erze, Patzenbildung bei nassen mulmigletten Erzen, Gehalt derselben an Eisensilicaten, wie Eisenfrischschlacke, welche den Gichtenwechsel beschleunigen; ungleichmässiges Aufsteigen der Gase im Ofen in Folge zu stark zerkleinten Erzes oder Brennmaterials; unvollständige Reduction bei nicht hinreichender Zerkleinerung; unzweckmässige Ofendimensionen, namentlich ein zu weites oder zu enges, zu hohes oder zu niedriges Gestell, zu steile oder zu flache Rast, zu geringe Ofenhöhe etc; falsche Windverhältnisse hinsichtlich Menge, Pressung und Temperatur der Luft;

Entstehungsweise.

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 209, 254, 323, 413.

[illegible] MAYRHOFER [1]) hat eine [illegible] Rohgang herbei- [illegible] Mittel zu seiner [illegible]

[illegible] ein schlechtes [illegible] durch Abschrecken [illegible] Production. Eisen- [illegible] Schlacke, welche die [illegible] Roheisen im Herd nicht [illegible] Abnahme der Gicht- [illegible] Erhitzung [illegible] Allem aber Ansatz- [illegible] Frischeisen, in [illegible] der Gich- [illegible] kleinen Erzen und [illegible] tritten), ja [illegible] kann. Auch kann [illegible] Erze zu hartnäckigen [illegible]

[illegible] Veranlassung des [illegible] stattfinden, [illegible] vermitteln suchen, [illegible] Abstellung an- [illegible] Temperatur im Gestell [illegible] man das schlechte [illegible] Ansätze sorgfältig [illegible] Temperatur des Windes, [illegible] engere Formfutter [illegible] lässt, zuweilen [illegible] der Gichten zu verlangsamen, [illegible] viel Schlacken im Herd, vermeidet das Schöpfen etc. Dabei ist zu verhüten, dass das Eisen in die Formen tritt, weil es rasch erstarrt und dem Wind den Zutritt in den Ofen versperrt. In solchem

1 Bgwfd. IX. 67. — B. u. h. Ztg. 1843. S. 688. 720; 1845. S. 689. KRAUS, Jahrb. III. 1. — HARTMANN, Vademec. f. d. pr. Eisenhüttenmann. 1865. S. 227.

2 Bgwfd. VIII. 455.

Falle erhöht man Pressung und Temperatur des Windes der andern nicht verstopften Form und keilt, wenn die nicht hilft, die verstopfte Form auf. Hält der Rohgang vielleicht in Folge zu strenger Beschickung trotz dieser Mittel an, so verstärkt man die Pressung des Windes oder macht die Beschickung leichtflüssiger, desgleichen eine zu leichtflüssige Beschickung strengflüssiger. Bei ungleich reducirbaren Erzen empfiehlt sich eine mindere Windpressung oder die Erhöhung der Strengflüssigkeit der Beschickung. Erzeugt sich in Folge zu sehr erweiterten Schmelzraumes statt grauen Roheisens weisses, so lässt sich derselbe häufig durch Aufgeben von Quarz an die betreffende Ofenseite verengern. Bei einem Hängenbleiben der Gichten (Brückenbildung) stellt man wohl durch Einbringen des Formlöffels in die Form momentan den Wind ab und muss zuweilen zu aussergewöhnlichen Mitteln, z. B. zur Erhöhung der Formen und Einbringen von gusseisernen Röhren zur Ableitung der Gase seine Zuflucht nehmen. [1])

Schlackenbeschaffenheit.

2) Beschaffenheit der Schlacke, hinsichtlich ihrer Consistenz im Herde und beim Abfliessen über den Wallstein, sowie auch ihres Ansehns nach dem Erstarren.

Gaarschlacken.

a) Schlacken vom Gaargange bei grauem Roheisen (I. 887). Von Holzkohlenöfen sind dieselben meist Bisilicate (S. 150), sie fliessen teigartig, erstarren langsam und sind um so heller gefärbt, je gaarer der Ofengang. Doch kommen auch gefärbte Schlacken (I. 886) vor, namentlich von grauer und blauer Farbe, erstere in dünnen Fäden mit Stich ins Violette (Oberharzer Hütten). Beim raschen Erstarren bleiben sie glasig mit muschligem Bruche, sind an den Kanten mehr oder weniger durchscheinend und geben beim Begiessen mit Wasser unter Schwefelwasserstoffentwicklung weisse Schaumschlacke (I. 884). Bei langsamer Abkühlung erhalten sie einen undurchsichtigen, steinigen Kern mit meist splittrigem Bruche. Bei Uebergaare sind die eisenarmen Schlacken sehr zähflüssig, zu dünnen, hellen Fäden ausziehbar, nach dem Erkalten sehr licht, Eisenkörner und Graphitpartien einschliessend oder damit überzogen, zuweilen steinig,

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 294, 399.

mit porösem Bruch und leicht kalt zu blasen. Porosität deutet stets auf zu grosse Strengflüssigkeit. Es wird dann, sowie auch bei einem dürren Gange, leicht Eisen verschlackt und es entsteht eine zähflüssige grüne oder dunkle Schlacke.

Kokshohofenschlacken fliessen in Folge geringerer Silicirung (S. 152) dünner, als Holzkohlenofenschlacken, erstarren rascher und sind bei weniger muschligem Bruch nach dem Erstarren undurchsichtig, durchweg steinig oder krystallinisch oder in der Mitte steinig und am Rande glasig, selten, auch bei der raschesten Abkühlung, ganz glasig Die Farben sind licht, meist erbsengelb, lauch- oder olivengrün (wahrscheinlich von einem Gehalt an Schwefelmangan) und blau. Manganoxydul färbt lichtgrün, Oxyd violett.

[...]arschlacken [v]on Weisseisen.

b) Schlacken vom Gaargang bei weissem Roheisen sind in Folge eines grösseren Mangangehaltes sehr flüssig, erstarren rascher mit lichten, gelblichen oder gelbgrünen (erbsengrünen) Farben, kochen dabei aber nicht vor der Form und erscheinen je nach dem Grade der Abkühlung dicht bis sehr porös, glasig oder steinig. Wird die Leichtschmelzbarkeit der Schlacken durch einen mehr oder weniger grossen Eisenoxydulgehalt (S. 332) herbeigeführt, so nehmen die Schlacken eine hell- bis dunkelgrüne Färbung an und kochen in Folge einer Oxydation des Kohlenstoffs im gebildeten Kohleneisen durch das Eisenoxydul. Auch bei dem

Rohschlacken.

c) Schlacken vom Rohgang. Dieselben sind in Folge eines Eisengehaltes leichtflüssiger, schäumen auf, erstarren schneller, nehmen in Holzkohlenöfen nach dem Erstarren eine grüne bis schwarze Farbe bei Glasglanz an und sind mehr oder weniger blasig in Folge einer Gasbildung durch Einwirkung der eisenoxydulhaltigen Schlacke (Kochschlacke) auf den Kohlenstoff des Roheisens, welche auch die Schlacke im Herd in die Höhe steigen macht. Verliert sich die glasige Beschaffenheit, wird die Schlacke bei dunkelgrüner oder schwarzer Farbe matt, stark blasig, dickflüssig und erdig, schliesst sie viel Eisenkörner, Beschickungstheile etc. ein, dann hat der Rohgang in Holzkohlenöfen seinen höchsten Grad erreicht.

Bei Kokshohöfen wird der beginnende Rohgang angedeutet, wenn in die grüne oder blaue Färbung Braun eintritt; bei zunehmendem Rohgang wird die Farbe immer dunkler, matter, bleifarbig und die Schlacken werden den gaaren Eisenfrischschlacken ähnlich. Enthält eine Beschickung Eisensilicate, so ist die Schlacke immer eisenhaltiger, als bei Abwesenheit solcher.

Formbeschaffenheit.

3) Verhalten der Schmelzmassen vor der Form. Die Formerscheinungen — Intensität des Leuchtens, mehr oder weniger regelmässiges Schmelzen, Ansatzbildung, Gichtengang — geben ein Hauptkennzeichen zur Beurtheilung des Ofenganges. Bei Gaargang erscheint das Formmaul frei von Ansätzen und so hell, dass man auf den ersten Blick im Gestell nichts unterscheiden kann, wohl aber sieht man nach einiger Zeit deutlich die Kohlen, dann ein regelmässiges, ruhiges, aber rasches Niedersinken von schweren runden Tropfen grauen Roheisens (Spiegeleisen zeigt weissglühende, schnell zerfliessende, kohlenstoffärmere Eisensorten, dunklere und festere Stücke) und langsamer fliessender Schlacke. Eine eintretende Nasenbildung deutet auf zu strengflüssige Beschickung, zu feuchte Luft, ein zu grosses Windquantum etc., wo man dann die S. 334 angeführten Gegenmittel anwendet. Unreducirt ins Gestell eintretende Erzstücke erscheinen mit dunklerer Farbe und zerspringen wohl mit Knall. Bei übergaarem Gange nimmt die Helligkeit der Formen und die Neigung zur Ansatzbildung

zu; durch einen dürren Gang (S. 323) wird die Bildu[illegible] von Frischeisen begünstigt.

Bei Rohgang nimmt das Leuchten der Form ab u[illegible] man erkennt auf den ersten Blick deutlich Kohlen und u[illegible] ruhig herabschmelzendes Roheisen und Schlacke. In Fol[illegible] einer Oxydation des Roheisens durch dieselbe hocht sie v[illegible] der Form und begünstigt wegen leichterer Erstarrbark[illegible] eine Nasenbildung, sowie auch die Entstehung von Fris[illegible] eisen, was die S. 334 angegebenen, durch geeignete Mit[illegible] zu beseitigenden Uebelstände zur Folge hat. Die Intensi[illegible] des Leuchtens der Formen ist besonders bei Kokshöf[illegible] wechselnd.

Gicht- u. Tümpelflamme.

4) Verhalten der Gicht- und Tümpelflam[illegible] je nachdem dieselbe mit einer gewissen Stärke, Färbu[illegible] Temperatur und Rauchentlassung hervortritt (I. 306, 80[illegible] Bei Gaargang entweicht die Gichtflamme wenig heiss n[illegible] einer gewissen Gleichmässigkeit und Lebhaftigkeit, bläu[illegible] chem Rauch, schmutzig weissem Beschlag (Gichtsand) u[illegible] weisslichgelber, röthlichblauer oder violetter Farbe; b[illegible] Uebergaare wird die Flamme heisser, heller und rauc[illegible] stärker. Auch bei Rohgang wird sie anfangs heisser, da[illegible] aber weniger lebhaft und die Menge der Gase reicht zu de[illegible] selben Verwendung, wie bei Gaargang, nicht mehr aus (S. 29[illegible] Das anfangs starke Rauchen lässt nach und die Flamme i[illegible] gelblich oder röthlich gefärbt von verbranntem Eisen. [illegible] weichen indessen diese Merkmale auf den verschieden[illegible] Hütten von einander ab. Die Tümpelflamme verhält si[illegible] ähnlich. Bei Blauöfen beobachtet man die aus dem Lic[illegible] loche (S. 229) hervortretende Flamme. In wiefern die B[illegible] schaffenheit der Gicht- und Tümpelflamme mit dem Ofe[illegible] gange in Verbindung steht, ist Bd. I. S. 306 erörtert.

§. 29. Producte vom Eisenhohofenbetrie[illegible] Dieselben sind theils nutzbar, theils werden sie als unnutz[illegible] abgesetzt:

Roheisen.

1) Roheisen von den verschiedensten Eigenschaft[illegible] (S. 6) und abweichender Zusammensetzung (I. 762), [illegible] Giesserei, zur Frischerei oder zu beiden gleich verwe[illegible] bar und danach in verschiedener Form vom Hohofen h[illegible] vorgehend.

Productionskosten.

Auf die Kosten der Roheisenerzeugung üben den Haupteinfluss die Brennmaterial- und Erzpreise aus, dann die Löhne der Arbeiter, welche Kosten mit der Armuth und Strengflüssigkeit der Erze steigen, die Generalkosten etc.

Die Grösse der Production hängt hauptsächlich ab:

a) von der Reichhaltigkeit, dem Aggregatzustande und der Leichtflüssigkeit der Erze. So ist z. B. in Oberschlesien[1]) bei der 29procentigen mulmigen Beschickung die Production bei Oefen von gleichen Dimensionen ungleich geringer, als auf den Hütten in Westphalen, Steiermark, Belgien, England[2]) und Schottland;

b) von der Grösse des Ofens, namentlich dem Querschnitt des Gestelles und der Rast (S. 185);

c) von der Temperatur im Schmelzraume, auf welche besonders die Windverhältnisse (S. 266), die Ofendimensionen, die Beschaffenheit des Brennmaterials (S. 179) und andere Umstände influiren. Kleinere Oefen mit 300 — 400 Cbfss. Wind liefern wöchentlich 160 — 500 Ctr. Roheisen, solche mit 700—1600 Cbfss. 600—1900 Ctr. und grössere mit über 2000 Cbfss. über 3000 Ctr. Roheisen (S. 186);

d) von der Beschaffenheit des Zuschlagkalks; namentlich, ob er mehr oder weniger rein, gebrannt oder ungebrannt (S. 173) verwandt wird;

e) von der Jahreszeit (S. 270).

2) Schlacken (I. 876). Dieselben werden vom Koksofenbetrieb meist abgesetzt, zuweilen im basaltirten Zustande als Chausseebaumaterial (I. 844) verwandt, z. B. in Oberschlesien[3]), auch wohl zu Bausteinen[4]), nachdem sie mit Kokslösch (Königin Marienhütte bei Zwickau) oder Sand (Königshütte in Oberschlesien) gemengt und basaltirt worden. Die zähflüssigeren, sauereren Holzkohlenofenschlacken werden häufig in Formen[5]) zu Bausteinen (I. 844) geformt, zuweilen zu Schwefelbädern[6]) benutzt, zumeist aber

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 164. — Berggeist 1861. No. 39.
2) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 230.
3) B. u. h. Ztg. 1861. S. 357.
4) Preuss. Ztschr. XI, 192. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 388.
5) Allgem. b. u. h. Ztg. 1860. S. 81.
6) B. u. h. Ztg. 1862. S. 159, 366.

zerkleint und verwaschen, um das mechanisch eingeschlossene Eisen (Wascheisen) zu gewinnen. Die Laufschlacke und die aus Blauöfen abgestochene Schlacke enthält weniger Eisen, als die aus dem Herd abgezogene.

Wascheisendarstellung.

Das Zerkleinern der Schlacken geschieht entweder durch Pochstempel (Harzer Eisenhütten) bei stark geneigter Pochsohle oder mit weit grösserem Effect durch 3—5 Ctr. schwere Schwanzhämmer[1]) (zu Vordernberg z. B. mit 380 Pfd. Gewicht und 180 Schlägen in der Minute) und Walzwerke, welche letztere bei der grössten Leistung billiger arbeiten, als die übrigen Apparate, aber ein weniger vollkommenes Eisenausbringen zulassen und stark angegriffen werden. Man lässt die Trübe zweckmässig durch ein Gitter in mehrere untereinander liegende Gerenne fliessen, rührt den Absatz darin öfters auf und befreit so die niedergeschlagenen Eisenkörner von Schlacken. Zu Vordernberg (Fridau) erhält man z. B. 3–4 % Wascheisen, weil keine separaten Schlackenabstiche gemacht werden, sondern beim Abstich die Schlackendecke abgezogen wird. Zu Altenauer Hütte am Harz erfolgen beim Pochen etc. der Schlacken etwa 3 % der ganzen Eisenproduction an Wascheisen.

Das Wascheisen wird entweder verfrischt oder in Quantitäten von 5–20 Pfd. pro Gicht im Eisenhohofen wieder aufgegeben oder auf Silberhütten als Niederschlagsmittel für Blei benutzt. Der Schlackensand gibt einen guten Bausand und ist auch wohl als Formsand[2]) (Mariazell) benutzt.

Ofenbrüche.

3) Ofenbrüche und Ausscheidungen in den unteren Ofentheilen (I. 788). Dieselben sind entweder keiner Verwendung fähig, aber oft in geologischer und mineralogischer Beziehung von Interesse, oder sie werden noch anderweitig benutzt, z. B. Blei (I. 788; III. 220, 312) zum Abtreiben, zinkische Ofenbrüche (I. 789) zur Zinkgewinnung (Oberschlesien, Ichenberger Hütte bei Eschweiler), Eisensauen (I. 788) zur Darstellung von Stabeisen[3]) oder zum Umschmelzen im Hohofen bei Darstellung von Frisch-,

1) WENIGER, pract. Schmelzmeister. S. 126. Taf. 40, 41, 42.
2) B. u. h. Ztg. 1863. S. 304.
3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 264.

nicht von Giessereiroheisen; Cyankalium (I. 794) etc. Die häufige Ausscheidung des Cyanstickstofftitans (I. 795) deutet auf keine grosse Verwandtschaft des Titans zum Eisen.

Gichtgase.

4) Gichtgase, über deren Zusammensetzung (I. 304; III. 188, 295) Auffangung (I. 309) und Benutzung (S. I. 307) bereits das Nähere angegeben worden.

Beurtheilung eines Hüttenwerkes.

§. 30. Beispiele für die Roheisendarstellung. Beim Besuche einer Hohofenhütte hat man sich hauptsächlich über nachstehende Puncte zu orientiren: Lage und Umfang des Werkes, sowie Betriebskraft, Beschaffenheit der Erze (Art des Erzes, schädliche oder nützliche Beimengungen, Analysen, Schmelzverhalten, Eisengehalt, Kosten), Probiren der Erze (Probenehmen, Schmelzzuschläge, Probiröfen, Schmelzdauer, Brennmaterialaufwand), Verwittern der Erze (Dauer, Erfolg, künstliche Bewässerung), Rösten der Erze (keine Röstung oder Röstung, Röstvorrichtungen, Art des Brennmaterials und Aufwand daran, Durchsetzquantum, Arbeiterzahl, Arbeitslöhne, Röstkosten), Zerkleinerung der Erze (Methode und ihr Effect, Korngrösse, Förderquantum, Arbeiterzahl, Arbeitslöhne, Zerkleinerungskosten); Zuschläge (Qualität, Zusammensetzung, Anwendung im rohen oder gebrannten Zustande, Zerkleinerungsmethode, Korngrösse, Gewicht pro Cbfss., procentische Menge, Aufgeben im separaten Zustande oder zur Möllerung, Kosten); Brennmaterial (angelieferte Sorten, Qualität, Aschen- und Feuchtigkeitsgehalt, schädliche Bestandtheile in der Asche, Grösse des Korns, Gewicht von 1 Cbfss., Volum der Anfuhr- etc. und Messgefässe, Verkohlungs- oder Verkokungsmethode, Preis); Gattirung und Beschickung (Grundsätze, Eisensteinssorten, Zuschläge und deren Vertheilung, mittlerer Eisengehalt, Gichtaufzüge, Grösse der Fördergefässe, Grösse eines Möllers, Gewicht von 1 Cbfss. desselben im trocknen und nassen Zustande, Arbeitsgeräthschaften, Arbeiterzahl, Arbeitskosten); Eisenhohöfen (Bausystem, Oefen mit offener oder geschlossener Brust, erstere mit oder ohne Schöpfherd, Material zu den einzelnen Ofentheilen, Ofendimensionen, Capacität des Herdes, Einrichtung des Gichtgasfanges, Zeit seit dem Anblasen); Formverhältnisse (Anzahl und Dimensionen der Formen,

Material dazu, offene oder geschlossene, Trock
Wasserformen, Steckformen, Ansteigen oder Stech
über dem Sohlstein, helle oder dunkle Form ohne o
Nase); Windverhältnisse (Gebläse und deren U
maschinen, Regulatoren, Winderhitzungsapparate un
Befeuerung, Windleitungsröhren, Einrichtung, La
Durchmesser der Düsen, Temperatur, Pressung und
des Windes pro Minute, letztere berechnet am Gebl
an der Düse, Windverlust, Vorrichtungen zum Mes
Windtemperatur und der Pressung); Chargiren (
einer Brennmaterial- und Erzgicht dem Gewichte und
nach, Chargirgefässe und sonstige Geräthschaften, Ve
beim Chargiren, Anzahl der in 24 Stunden gehenden G
mit Berücksichtigung der Stillstandszeit für die Al
Tiefe, um welche die Gichtsätze in bestimmter Zeit
schnittlich niedersinken, Zeit, in welcher die Gichtsät
die Form kommen und die wievielste Gicht dabei
Form tritt, Gichtenwechsel, bei welchem der beste
stattfindet, Gichtentafel); Arbeiten im und vo
Herde (Entfernung der Schlacke und des Roheisens
räumen des Herdes und Stören der Formen, Zuricht
Schlackentrifft, des Masselgrabens und der Formen z
nahme des flüssigen Roheisens, Campagnendauer, Ve
beim Ausblasen, Hohofenpersonal, Arbeitslöhne, A
geräthschaften, Zeichnungen von ausgeblasenen Oefen)
ducte, als: Roheisen (Sorten, Eigenschaften, weite
wendung, Grösse der Production in 24 Stunden oder in 1
procentales Ausbringen gegen die Probe, Verbrau
100 Pfd. Roheisen an Brennmaterial, Erz und Zusc
Selbstkosten pro Ctr.); Schlacken (Beschaffenheit d
malen und abnormen Schlacken, Transport derselb
der Hütte, weitere Benutzung derselben auf Was
Bausteine etc.); Blei (Abstechen, weitere Benutzung);
gase (Menge, Temperatur, Färbung, Lebhaftigkeit d
ziehens, Rauchen, Veränderung bei verschiedenen Ofen
Auffangmethoden und weitere Benutzung); Ofenb
und sonstige Producte (theils nutzbar, wie Cyankali
Gichtschwamm, theils nicht nutzbar).

Beispiele. In den nachfolgenden Tabellen A u. B finden sich

	Windpressung. Zoll Hg.	Windpressung. Pfund pro Q.-Z.	Windtemperatur. Grad C.	Windmenge pro Minute. Cbfss.
	0,9—1,1		160 - 175	1250
fd'3'''	2''—2''3'''		140—150	14—1600
fd''	2''3'''—2''4'''		160	1100
Pf'	1''2'''—2''		120	
d,2''6'''	1''6'''—1''10'''		200	850—900
3''		$^3/_4$—2	160—200	
	1''6'''		150	
	1''8'''		225	
30''			285	
32'''	1''		200	
C''	$^3/_4$—1 $^1/_{12}$''		15	455—555
5''	1 $^3/_4$—2 $^1/_2$''	—	200—250	600
	1,5''		140	582
	1''6'''—1''10'''		175—225	850
8''	1''11'''—2''1'''		238—255	950—1050
''	1''—1''7'''		240	520
''	1''		150	600
C''	1 $^1/_2$''		250—300	800
	0,6—1 $^1/_2$''		15—250	
2 $^1/_2$''	$^5/_6$—1,15''		200—300	
9,37''	1,5—3,5''			
2,5''	5,5—8,5''		75—100	2880—3640
3''	—	2 $^1/_8$—2 $^1/_2$	50—60	3600
$^1/_4$''	—	1,8	300	3710
P'''		3 $^1/_2$—4		

ite 343.

Bemerkungen.

1)

2)

3)

4)

5)

6)

7)

8)

9)

10)

11)

12)

dieser Daten über verschiedene Hüttenwerke zusammengestellt und weisen die Tafeln II. und III. die Gestalt mancher hierbei berücksichtigter Hohöfen nach.

II. Abschnitt.

Giesserei und Förmerei.

§. 31. Allgemeines. Zur Erzeugung von Gusswaaren wird flüssiges Roheisen, entweder direct dem Hohofen entnommen oder durch Umschmelzen festen Roheisens erhalten, in vorher hergestellte hohle Räume (Formen) von bestimmter Gestalt gegossen. Man pflegt die Kenntniss von der zweckmässigsten Einrichtung der Formen und der für die Gusswaaren am besten passenden Eisensorten, sowie deren Darstellung durch Umschmelzen des Roheisens, unter Giesserei zu begreifen, während die Förmerei, als ein Theil derselben, die Anfertigung der Formen für jeden gegebenen Gegenstand lehrt.

Giesserei und Förmerei.

Wenngleich das Roheisen im Allgemeinen sich vorzüglich wegen seiner Billigkeit, seiner Schwerschmelzbarkeit, seiner Festigkeit und seines eigenthümlichen Verhaltens beim Erstarren (S. 30) zur Herstellung von Gusswaaren eignet, so wendet man doch am häufigsten dazu die schwach halbirten Sorten (S. 24, 28) an, welche sich durch grosse Dichtigkeit, Festigkeit, scharfes Ausfüllen der Formen und noch hinreichende Weichheit zur mechanischen Bearbeitung auszeichnen. Für manche Zwecke, z. B. für Hartwalzen, eignet sich wegen seiner Festigkeit ein kohlenärmeres körniges Weisseisen.

Vorzüge des Roheisens als Giessereimaterial.

Wo es die Qualität des Roheisens und sonstige Umstände gestatten, bedient man sich des billigeren Hohofengusses, wie meist bei Holzkohlenöfen, und wirkt dann wohl auf die Bildung eines passenden halbirten Eisens durch besondere Mittel, z. B. Zuschlag roher Erze (S. 322) oder Eisenfrischschlacken (S. 324), Füttern des Ofens durch die Form (bei Blauöfen) oder durch den Vorherd mit gerösteten

Hohofenguss

Erzen oder Eisenfrischschlacken (S. 314), das Einbringen scharfer Gichten (S. 307) etc. hin; man kann aber, z. B. aus nachstehenden Gründen, veranlasst sein, im Hohöfen erzeugtes Roheisen nochmals umzuschmelzen:

Zweck des Umschmelzens des Roheisens.

1) Man ist zu jeder Zeit im Stande, für verschiedene Gusswaaren das dazu passende Eisen auszuwählen, z. B. für dünne, feine Theile dünnflüssiges phosphorhaltiges, für Gebläse- und Dampfcylinder ein sehr dichtes schwach halbirtes, für Walzen ein an deren Oberfläche leicht hart werdendes Eisen etc.

2) Manche Roheisensorten werden beim Umschmelzen durch Veränderung ihrer chemischen Zusammensetzung verbessert, z. B. Koksroheisen beim Umschmelzen im Flammofen, namentlich die dunkeln, graphit- und siliciumreichen Sorten (schottisches Roheisen), oder sie nehmen, ohne chemische Veränderung, durch innere Atomgruppirung an Festigkeit zu, was sich an dem feinkörnigeren Gefüge zu erkennen gibt (Umschmelzen in Tiegeln und Schachtöfen). Nach den Untersuchungen von FAIRBAIRN [1]) nahm Roheisen bis zum 12. Umschmelzen an Festigkeit zu, dann aber verminderte sich die Bruchfestigkeit.

3) Um grosse und schwere Gussstücke zu giessen, die mehr Roheisen erfordern, als der Herd eines Hohofens oder die Herde zweier neben einander liegender Oefen fassen können.

4) Damit während des Kaltliegens des Hohofens die Förmerei fortgehen kann.

5) Findet das Umschmelzen von Roheisen wohl an für den Absatz von Gusswaaren günstig gelegenen Orten statt, wenn wegen Entlegenheit der Erze etc. Hohöfen nicht mit Vortheil betrieben werden können.

1) DINGL. Bd. 131. S. 26. — B. u. h. Ztg. 1846. No. 39; 1847. S. 359.

Erstes Kapitel.

Umschmelzen des Roheisens.

§. 32. Umschmelzmethoden. Das Umschmelzen des Roheisens geschieht in Tiegeln, Schachtöfen (Kupoloöfen) oder Flammöfen je nach der Qualität des zu Gebote stehenden Roheisens, der Grösse und Beschaffenheit des Gussstückes und der Art des Förmereibetriebes. Man muss möglichst rasch mit dem geringsten Kohlenaufwand zu schmelzen suchen.

Umschmelzmethoden.

Wie bereits bemerkt, eignet sich für die meisten Gusswaaren ein schwach halbirtes feinkörniges Roheisen. Da nun die grauen Roheisensorten das Bestreben zeigen, beim Umschmelzen in richtiger Temperatur durch innigere Bindung des Kohlenstoffs heller zu werden, so erfolgt das schwach halbirte Eisen beim Umschmelzen eines gaaren grauen, nicht zu graphitreichen Roheisens in jedem der bezeichneten Apparate, am leichtesten in den beiden ersteren. Die dunkelgrauen graphitreichen Sorten (z. B. schottisches Roheisen) bedürfen, wenn sie ein hinreichend festes Eisen geben sollen, eines Umschmelzens im Flammofen, wobei eine nach Erforderniss mehr oder weniger kräftige chemische Einwirkung der Luft stattfinden kann; beim Umschmelzen im Kupoloofen und in Tiegeln, wobei weniger eine chemische Veränderung derselben eintritt, müssen die graphitischen Sorten mit weniger grauen oder mit Schmiedeeisenabfällen versetzt werden. Halbirtes, namentlich stark halbirtes Roheisen wird beim Umschmelzen sehr leicht weiss und dann nicht mehr zur Giesserei geeignet, und zwar im Flammofen leichter, als in Tiegeln und Schachtöfen. Je nach der verschiedenen Construction der Oefen und ihrem Gange kann sich jedoch ein und dieselbe Roheisensorte verschieden verhalten. Das flüssige Eisen muss um so hitziger und in Folge dessen um so dünnflüssiger sein, je kleiner und dünner die abzugiessenden Gegenstände sind.

Die wichtigsten Schriften über Giesserei und Förmerei sind nachstehende:

Literatur.

KARSTEN's Eisenhüttenkunde. 3. Aufl. Bd. III.
VALERIUS, Handbuch der Roheisenfabrikation, deutsch von HARTMANN. 1851. S. 579.
KARMARSCH, mechanische Technologie. 3. Aufl. Bd. I. S. 74.
WIEBE, die Maschinenbaumaterialien. Stuttgart 1858.
GUETTIER, de la fonderie telle, qu'elle existe aujourd'hui en France etc. Paris 1858.
GUETTIER, de l'emploi pratique et raisonné de la fonte et de fer etc. Paris 1861.
HARTMANN, Handbuch der Eisengiesserei nebst Atlas. Weimar 1863.

A. Umschmelzen des Roheisens in Tiegeln.

Anwendbarkeit.

§. 33. Allgemeines. Dieses zwar einfache und wenig Vorrichtungen erfordernde Verfahren ist hinsichtlich des Brennmaterialaufwandes, der Arbeit, der Unterhaltung der Tiegel und des Eisenverlustes sehr kostspielig und eignet sich nur zur Herstellung kleiner, wegen mühsamen Einformens theurer bezahlter Gegenstände, die täglich zu verschiedenen Malen vielleicht in Quantitäten von 2 Centnern gegossen werden. Da das Roheisen beim Einschmelzen in nicht zu hoher Temperatur gegen den Zutritt der Luft geschützt ist, so verändert sich dasselbe nicht merklich. Am besten eignet sich ein weder zu kohlen-, noch siliciumreiches, mehrmals umgeschmolzenes gaares graues Roheisen. Man gattirt auch wohl graue Sorten mit weniger grauen.

Geeignete Roheisensorten.

Manipulationen beim Schmelzen.

§. 34. Schmelzverfahren. Man wendet feuerfeste Thontiegel oder Graphittiegel an, welche, damit sie sich bequem handhaben lassen, einen Einsatz von höchstens 30 Pfd. Roheisen erhalten. Dieselben werden in einem gewöhnlichen Windofen mit 30—40 Fuss hoher Esse (I. 536) oder in einem SEFSTRÖM'schen Gebläseofen (I. 536), welcher zweckmässig auch am Boden Windzuführungsöffnungen hat, vortheilhafter durch Koks, als durch Holzkohlen erhitzt. Der mindeste Brennstoffaufwand findet bei Anwendung von grösseren Tiegeln, Koks und Gebläseöfen statt. Ein Ofen fasst 1 oder 2 Tiegel, welche erst langsam, zuletzt aber so stark erhitzt werden, dass ihr Inhalt nach dem Ausheben (nach 3—4 Stunden) noch hinreichend hitzig bleibt. Die Tiegel werden ent-

weder mit einem Deckel, einer Kohlenstaub- oder Schlackendecke versehen. Dadurch geht der Verschlackungsverlust auf 2–4 % herab, der ganze Verlust kann aber durch Verzetteln und durch die Eingüsse auf 25 % und mehr steigen. Zum Umschmelzen von 100 Pfund Roheisen gehen 50–100 Cbfss. Holzkohlen oder 10—75 Cbfss. Koks.

B. Umschmelzen des Roheisens in Kupoloöfen.

Anwendbarkeit dieser Methode.

§. 35. Allgemeines. Diese von allen Umschmelzmethoden am häufigsten angewandte lässt die vollständigste Ausnutzung des Brennmaterials zu, liefert zu jeder Zeit flüssiges Eisen von erforderlicher Beschaffenheit für die Formerei und zeichnet sich durch Leichtigkeit und Schnelligkeit der Arbeit aus, was Vorzüge vor dem Flammofen sind, aus welchem die eingeschmolzenen grösseren Eisenmassen auf einmal vergossen werden müssen. Da der Flammofen, bei kostspieligerem Betriebe hauptsächlich wegen grösseren Brennmaterialaufwandes, ein weniger homogenes Eisen, als der mit grösserer Drucksäule wirkende Kupoloofen liefert, so ist derselbe auf manchen Werken [mehrere Berliner Eisengiessereien [1]), Gleiwitz [2]) etc.] durch vergrösserte Kupoloöfen grossentheils ersetzt und wird entweder nur zur Aushülfe bei sehr grossen Stücken angewandt, auf deren innere Gleichartigkeit es nicht allzu sehr ankommt, oder zum Einschmelzen grosser Ausschussgüsse, welche der Kupoloofen nicht bewältigen kann. Von HOPPÉ [3]) ist ein Flammofen construirt, welcher die Vorzüge des Kupolo- und Flammofens vereinigen soll, continuirlichen Einsatz und Abstich bei Flammenfeuer ohne Gebläseluft.

Wegen der Schnelligkeit des Durchgangs durch den Ofen nimmt das Eisen, wenigstens die kohlenstoffreicheren Sorten, keinen Kohlenstoff auf, im Gegentheil wird dasselbe durch den Windstrom immer etwas entkohlt und erhält dadurch Tendenz zum Weisserwerden, sowie auch durch die innigere Bindung des Kohlenstoffs.

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 23.
2) HARTMANN, Fortschr. I, 238.
3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 33.

§. 36. Schmelzmaterialien. Als solche kommen zur Verwendung:

Roheisen.

1) Roheisen, am besten graues gaares Roheisen von nicht zu leichtflüssiger Beschickung, welches dann schwach halbirt ausfällt; leichtflüssiges phosphorhaltiges graues Roheisen wird bei Koks weiss und lässt sich nur in hohen Kupoloöfen bei Holzkohlen unverändert umschmelzen. Die schwarzgrauen graphitischen Roheisensorten mit grösserem Siliciumgehalt (S. 25) geben beim Umschmelzen ein weniger festes graues Eisen und müssen durch Gattirung mit helleren Sorten verbessert werden. So verschmilzt man z. B. in den Berliner Eisengiessereien [1]) die dunkelgrauen schottischen Eisensorten bester Qualität mit schlesischem Koksroheisen und schlesischem und schwedischem Holzkohlenroheisen. Gewöhnlich setzt man dem neuen Roheisen altes zu und erhält dann bei Aenderung des quantitativen Verhältnisses beider verschiedene Eisensorten. Wie bereits (S. 34) bemerkt, haben die walesschen, schottischen und belgischen Hütten 3 Giessereiroheisen-Nummern, von denen Nr. 1 das dunkelste ist; Nr. 4—6 repräsentiren helleres (*bright*), halbirtes (*mottled*) und weisses (*white*) Frischroheisen. Die Buchstaben CB und HB bezeichnen noch kalterblasenes (*cold blast*) oder heisserblasenes Roheisen (*hot blast*). In Schweden hat man 5 Sorten, Nr. 1 lichtgrau, Nr. 2 etwas mehr abgeschreckt, Nr. 3 halb weiss, Nr. 4 zu $^2/_3$ weiss und Nr. 5 ganz weiss. Man zerschlägt das Eisen in Stücke von etwa 8—16 Cubikzoll Inhalt. Grosse Stücke müssen mittelst einer aus einer bedeutenden Höhe niederfallenden Ramme oder Kugel [Roheisenbrecher [2])] zerkleint werden.

Bohr- und Drehspäne.

2) Roheisen- und Stabeisenabfälle, meist in Gestalt von Dreh- und Bohrspänen. Letztere von Stabeisen binden Kohlenstoff und geben unter Verminderung des Abganges ein sehr dichtes, zähes Gusseisen, worauf schon früher STIRLING [3]) unter dem Namen verstärktes Guss

1) E. F. DÜRRE, die Eisengiessereien von Berlin: B. u. h. Ztg. 1862. S. 3.
2) HARTM., Eisengiesserei. 1863. S. 196.
3) DINGL. Bd. 117. S. 307; Bd. 129. S. 212. — HARTM., Fortschr. I, 21

eisen ein Patent genommen hat. Nach demselben verträgt graues schottisches Roheisen Nr. 1. 24—40, Nr. 2. 20—30 und Nr. 3. 15—20 % Zusatzeisen, das mit erhitzter Luft erblasene mehr, als kalt erblasenes. Zu viel Drehspäne machen das Eisen hart, was man z. B. beim Walzenguss [Berliner Eisengiessereien] [1]), beim Guss der PATTINSON'schen Kessel erstrebt. Auch Brandeisen nimmt Graphit auf und macht das Gusseisen dichter, aber härter. Damit die Bohr- und Drehspäne keine Versetzungen im Ofen hervorbringen, empfiehlt STENSON [2]), dieselben entweder in ein gusseisernes Gefäss einzustampfen und dieses mit zu schmelzen oder sie beim Aufgeben in die Mitte der Gicht zu bringen, mit Kalkstein zu umgeben und um diesen das Brennmaterial zu stürzen, oder auch über die Eisenabfälle den Zuschlag. [3]). RUTTNER [4]) stampft zu Mariazell die Drehspäne in Formen, befeuchtet sie mit Salzwasser und lässt die Ziegel etwa 8 Tage zum Rosten und Erhärten an der Luft stehen. Statt Salzwasser wendet KECK [4]) zum Rosten heisses Wasser mit etwas Salzsäure an, geht aber mit dem Drehspan-Zusatz nicht weiter, als bis höchstens 30 %, weil sonst weisses Eisen entsteht. Da bei dem raschen Schmelzen die beim Rosten gebildete Oxydhaut nicht reducirt wird, so gibt man zur Schlackenbildung Zuschläge von gepochter Hohofenschlacke und Kalkstein. Zu stark gerostete Drehspäne eignen sich besser für den Hohofen, als für den Kupoloofen. v. MAYRHOFER [6]) empfiehlt, schon beim Abstechen des Roheisens aus dem Hohofen in die Formen Schmiedeeisenabfälle zu bringen, weil dieselben Silicium abscheiden.

3) Zuschläge, und zwar

Zuschläge.

a) Kalkstein, Austerschalen oder Flussspath, um die Brennmaterial-, namentlich die Koksasche, den am Roheisen haftenden Sand und abgelöste Ofenbaumaterialtheile zu

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 22.
2) Polyt. Centr. 1857. S. 828.
3) HARTMANN, Fortschr. I, 242.
4) Oesterr. Ztschr. 1861. No. 25. — HARTMANN, Fortschr. V, 172.
5) Oesterr. Ztschr. 1861. No. 36, 38. HARTMANN, Fortschr. V. 173.
6) Leoben. Jahrb. X, 328.

verschlacken, vor der Form aus dem Roheisen durch Ox dation ausgeschiedene Kieselsäure etc. aufzunehmen. Na WERNECKE[1]) gibt ein Zusatz von 40—60 Pfd. Flussspa auf 100 Pfd. Roheisen eine dünnflüssigere und eisenärme Schlacke, als Kalkstein, und auch ein reineres Gusseise Bei Anwendung von Koks gibt man gewöhnlich nicht üb 3—4 % Kalksteinzuschlag.

b) Sand oder Eisenhohofenschlacke, namentli bei Anwendung von gerosteten Eisenbohr- und Drehspäne

Brennstoffe.

4) Brennmaterialien. Man wendet hauptsächli Holzkohlen und Koks an; bei unverkohlten Brennstoffe z. B. Braunkohlen[2]), wird der Ofengang in Folge d Wärmeentziehung durch gebildete Verkohlungsproducte leic matt[3]), jedoch hat sich gut gedörrter Torf zu Ransko wohl bewährt. Steinkohlen sind wegen ihres Schwef gehaltes weniger zu gebrauchen, als Anthracit, womit m günstige Schmelzversuche angestellt hat. Zu St. Steph in Steyermark hat man früher versucht, die Gichtgase einiger Entfernung unter der Gicht durch eingesetzte Rö ren abzuleiten und wie beim Knallgasgebläse durch ei Doppeldüse mit Luft vermengt in die Formen zu blasen.

Brennmaterialverbrauch in Eisenhohöfen u. Kupoloöfen.

Abweichend vom Hohofenbetrieb (S. 183) sind zum U schmelzen derselben Menge Roheisen weniger Koks, als Ho kohlen erforderlich, was darin seinen Grund hat, dass n Schmelzhitze und keine reducirende Wirkung hervorgebrac werden soll. Da nun die beim Verbrennen gebildete Kohle säure weniger leicht von Koks, als von Holzkohlen zu Ko lenoxydgas reducirt wird (I. 224), so geben erstere ei grössere Hitze und schmelzen also das Eisen rascher, letztere. Demgemäss sind auch die Gichtgase bei Anwe dung von Holzkohlen reicher an Kohlenoxydgas, als Koks.[5]) Harte Kohlen, namentlich gute Buchenkohlen, s danach auch wirksamer, als weiche, und zwar um so me

1) B. u. h. Ztg 1863. S. 96.
2) Leoben. Jahrb. 1857. VI, 186.
3) KARSTEN, Arch. 1 R. I, 1; II, 165. — B. u. h. Ztg. 1843. S. 714,
4) Leoben. Jahrb. 1857. VI, 131.
5) Bgwfd. VIII, 467.

von je gleichmässigerer Beschaffenheit und Grösse sie in Anwendung kommen. Erhitzte Gebläseluft führt zu einer namhaften Brennmaterialersparung ($\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$), einer vermehrten Production, einem geringeren Schmelzabgang (4 bis 5%) und besseren hitzigeren Ofengang ohne Verschlechterung des Products, wenn die Temperatur des Windes, namentlich bei Koks, nicht zu hoch (nicht viel über 250° C.) ist.

Wirkung erhitzter Luft.

Nach KARSTEN erfordern bei kalter Luft 100 Pfd. Roheisen zum Umschmelzen dem Volum nach 2,75 Cbfss. Holzkohlen oder 0,66 Cbfss. Koks, dem Gewicht nach resp. 28 und 24 Pfd. Bei erhitzter Luft, 5 Fuss hohen Koks- und 15 Fuss hohen Holzkohlenöfen ersetzen 100 Cbfss. Koks 450 Cbfss. Holzkohlen. Es kann aber die auf 100 Pfund Roheisen erforderliche Koksmenge je nach der Ofenconstruction, der Beschaffenheit des Roheisens etc. zwischen 10 und 50 Pfd. schwanken, beträgt aber durchschnittlich 20—24 Pfd, bei Holzkohlen 30—50 Pfd. v. MAYRHOFER [1]) gibt die mittlere Schmelztemperatur im Kupoloofen bei kaltem Wind zu etwa 1600° C. an und berechnet nach Formeln die erforderliche Kohlenmenge bei verschieden hoch erhitztem Winde wie folgt:

Erfahrungsresultate.

Windtemperatur		14°	100°	200°	300°
Kohlenverbrauch auf 100 Eisen	Pfd.	24,7	23,0	21,8	20,2
Windverbrauch auf 100 Eisen	Cbfss.	1668	1578	1472	1367
Tragvermögen auf 100 Pfd. Kohle	Pfd.	404,6	427,8	458,3	493,6

MINARY und RESAL [2]) haben die im schmelzenden Roheisen enthaltene Wärmemenge ermittelt.

Die Anwendung von Holzkohlen oder Koks bedingt wesentliche Unterschiede hinsichtlich:

Vergleichung zwischen Holzkohlen- und Koks-Kupoloofenbetrieb.

a) Der Ofenconstruction, und zwar

α. der Ofenhöhe, welche bei Holzkohlenöfen grösser, als bei Koksöfen ist, um die vor den Formen erzeugte mindere Hitze besser auszunutzen. Wollte man die Koksöfen

1) Leoben. Jahrb. 1861. X, 422.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 24.

eben so hoch machen, so würde sich die Hitze zu sehr steigern und in Folge dessen der Ofenherd noch rascher zerstört werden, als es so schon der Fall ist. Je feuerfester das Ofenbaumaterial, um so höher kann man den Ofen nehmen und dadurch das Brennmaterial um so besser ausnutzen.

β. der innern Gestalt. Holzkohlenöfen nähern sich in ihrer Gestalt (Taf. III. Fig. 84—91) zur bessern Ausnutzung der Hitze den Hohöfen, sind oben und unten enger, als in der Mitte und haben gewöhnlich eine mehr oder weniger scharf ausgeprägte Rast, welche letztere zwar die Anzahl der Gichten verringert, aber die Erhöhung des Satzes zulässt. Koksöfen haben bei ihrer höheren Temperatur im Schmelzraume meist eine cylindrische Gestalt oder verengen sich nur etwas nach oben (Taf. III. Fig. 92, 94); zuweilen gehen sie, was das Schmelzen und das gleichmässige Niedergehen der verschieden schweren Bestandtheile fördert, nach der Verengerung wieder aus einander (Taf. III. Fig. 95). Seltener gibt man den Koksöfen Rasten (Taf. IV. Fig. 97 bis 99) und zieht den Schmelzraum zusammen, um durch Erhöhung der Temperatur zur Erzielung einer grossen Production das Schmelzen zu beschleunigen.

γ. des Zumachens. Die Holzkohlenöfen haben meist eine offene Brust in Verbindung mit einem Vor- oder Schöpfherd, welcher einmal bei der Giesserei grosse Vortheile gewährt, indem bei geringerem Inventar, als bei Stichherden, zu jeder Zeit ohne Verlust die kleinste Menge Eisen geschöpft und das in der Kelle etwa übrig bleibende flüssige Eisen ohne Nachtheil wieder in den Vorherd gegossen werden kann; dann lassen sich bei einem Vorherd grössere Mengen Eisen halten, welches aber weniger hitzig bleibt, als in Oefen mit geschlossener Brust, und Ansätze leichter ausräumen, was zu längeren Campagnen führt. Die Koksöfen haben meist einen Stichherd und keinen Vorherd, aber wenn ein solcher behuf der Kleinförmerei vorhanden, so sorgt man für dessen Verschluss durch leicht abzunehmende, mit Lehm bekleidete Eisenplatten. Holzkohlenöfen mit Vorherd werden zuweilen, wenn nicht geschöpft werden soll, mittelst eines Stichcanals entleert.

b) Des Betriebes. Das Schmelzen geht in Koksöfe

rascher bei vermehrter Windzuführung (500–600 Cbfss.) und grösserer Production; die Campagnendauer ist aber kürzer, weil der Ofen stärker angegriffen wird, wozu die Schlackenbildung aus der Koksasche und dem zugeschlagenen Kalk beiträgt. Das Ausräumen der untern Ofentheile durch das Stichloch muss deshalb mit einer Kratze öfter geschehen. Die Windpressung — beim Kupoloofenbetrieb [1]) im Allgemeinen niedriger, als in Hohöfen wegen des den abziehenden Gasen weniger entgegengesetzten Widerstandes und weil durch zu rapides Aufsteigen des Windes eine Verbrennung im oberen Schachttheil, sowie eine Oxydation des Eisens erfolgen würde — ist bei Koks niedriger (4–8 Lin. Hg), als bei Holzkohlen (9 Lin. bis 2 Zoll Hg). Dies hat seinen Grund darin, dass in einer gegebenen Zeit eine viel grössere Quantität Kohlen verbrannt werden müssen, um die hinreichende Hitze zu entwickeln, welche beim Kokskupoloofen schon aus einer geringeren Quantität Koks bei niederer Pressung entsteht (S. 183). Aus diesem Grund und da zur Erzielung einer möglichst grossen Production grössere Windmengen zugeleitet werden müssen, wendet man bei letzteren weitere Düsen (zu 7–8 Zoll Dchm.) an, als bei ersteren und kommt mit Ventilatorgebläsen aus, während Holzkohlenöfen kräftigere Gebläse verlangen können.

Zur Brennmaterialersparung findet man bei Holzkohlenkupoloöfen weit häufiger Winderhitzungsapparate über der Gicht, als bei Koksöfen, weil bei der kurzen Campagnendauer in letzteren der Apparat, namentlich zu Anfang des Schmelzens, nicht zur gehörigen Wirkung kommt, und die Hitze im Schmelzraum leicht zu hoch wird. Im Allgemeinen leiden bei den kurzen Campagnen die Winderhitzungsapparate mehr und lassen leichter Wind fahren, als bei Hohöfen.

§. 37. Schmelzvorrichtungen. Hierher gehören hauptsächlich Schmelzöfen, Winderhitzungsapparate, Gebläse und Gezäh.

A) Schmelzöfen. Nachdem die früher gebräuchlichen **Schmelzöfen.**

1) Bgwfd. IV, 414.

Verschiedene Oefen. tragbaren Schachtöfen[1]) von etwa 2 Fuss Höhe und 6—9 Zoll Weite, sowie die bis vor Kurzem in Schweden noch vorhandenen Sturz- oder Senköfen[2]) allenthalben abgeworfen sind, wendet man zum Umschmelzen des Roheisens zur Zeit meist Kupoloöfen an, und schmilzt nur zuweilen das auf Hüttenwerken resultirende Abfalleisen in Eisenhohöfen (S. 83) mit durch.

Kupoloöfen. Die Construction der Kupoloöfen richtet sich hauptsächlich nach der Beschaffenheit des anzuwendenden Brennmaterials und der erstrebten Grösse der Production. Wie Gestalt. bereits (S. 352) bemerkt, nähern sich die Holzkohlenöfen (Taf. III. Fig. 84—91) in ihrer Gestalt den Eisenhohöfen, während bei Koksöfen (Taf. III. Fig. 92—95; Taf. IV. Fig. 96) die Form eines Cylinders oder eines solchen mit abgestumpftem Kegel vorherrschend ist; jedoch kommen auch bei Koksöfen Rasten und dann bedeutende Productionen vor (Ireland's und Maillard's Kupoloofen, Taf. IV. Fig. 97—99). Letztere haben meist eine geschlossene Brust, erstere eine offene und sind mit Vorherd (S. 352) versehen. Da das Eisenschöpfen aus dem Vorherd dieselben Nachtheile mit sich führt, als beim Eisenhohofenbetrieb, so sticht man dasselbe aus dem Vorherd öfters in untergehaltene Kellen (Königshütte am Harz) oder in Stichherde ab. Zuweilen liegt der Stich an der dem Vorherd entgegengesetzten Seite (Taf. III. Fig. 95). Der Kernschacht ist aus feuerfesten Steinen aufgemauert oder besser ganz oder theilweise aus feuerfestem Sand oder Masse aufgestampft, weil die Steine bei öfters unterbrochenem Betrieb leichter springen, und mit einem eisernen Mantel umgeben, zwischen welchem und dem gemauerten Kernschacht wohl eine Füllung angebracht ist. Man vermeidet bei dieser leichten Einrichtung einen grössern Wärmeverlust bei dem öfters erforderlichen Anblasen. Der gusseiserne Mantel von $^3/_4$—$^5/_4$ Zoll Dicke besteht entweder aus einem oder mehreren Cylindern oder ist aus Eisenplatten zusammengeschroben und steht auf einer eisernen Sohlplatte, welche wieder auf einem mit Abzügen versehenen

1) Karsten, Eisenhüttenkunde. Bd. III. §. 722.
2) Ibid. §. 723, 724.

Fundament ruht. Der Mantel ist, bis auf die Gichtöffnung, mit einer Deckplatte versehen. Bei Oefen mit geschlossener Brust erhält die 6—8 Zoll hoch aufgestampfte Schmelzsohle von feuerfestem Thon oder Sand einige Neigung nach der Stichöffnung zu, an welche sich eine mit Sand ausgekleidete Eisenschnauze anschliesst. Die Stichöffnung befindet sich in einer etwa 12 Zoll weiten und 15 Zoll hohen Oeffnung, welche während des Betriebes mit Lehm und Koks vermauert oder mittelst einer thonbeschlagenen Eisenplatte geschlossen ist, behuf Reinigung des Ofenherdes aber nach jedem Schmelzen weggenommen werden kann. Zuweilen sind in Oefen mit geschlossener Brust Oeffnungen zum Abfliessen der Schlacke vorhanden (Taf. IV. Fig. 97, 98).

Die Oefen stehen unter einer Esse und in einiger Entfernung über der Gicht oder neben derselben befindet sich der Winderhitzungsapparat, wenn ein solcher überall vorhanden. Bei sehr grossen Güssen macht man den Ofen wohl locomobil, indem man ihn mittelst eines Wagengestelles auf Schienen zu der Form transportirt [Gleiwitz[1]), Maillard's Ofen[2]), Taf. IV. Fig. 101].

Ofendimensionen.

Die Höhe beträgt bei Koksöfen 6—8, zuweilen 10—12 Fuss, bei Holzkohlenöfen 10—20 Fuss. Die Weite in der Formgegend schwankt nach der Grösse der Production bei kleineren Oefen zwischen 12—24 Zoll bei etwa 12—15 Zoll Formhöhe und 6—20 Ctr. Fassungsraum; bei grösseren Oefen erreicht die Weite bis 3 Fuss bei 20 Zoll Formhöhe und 50—55 Ctr. Fassungsraum. Bei Oefen mit 60—100 Ctr. und mehr Capacität kann die Weite auf 4—6 Fuss steigen. Es fassen z. B. die Kupoloöfen in den Berliner Eisengiessereien[3]) von Egells 40—100 Ctr., von Borsig 30—40 Ctr., von Freund 40 Ctr., von Eckert 1—40 Ctr., von Beermann 20—30 Ctr., von Wedding 6—40 Ctr.; zu Gleiwitz 70—100 Ctr., Harzer Holzkohlenöfen 12—15—20 Ctr., zu Dirschau[4]) 100 Ctr. Ein 9 Fuss hoher und 21 Zoll weiter

1) Hartmann, Fortschr. I, 239.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 167. Taf. IX. Fig. 4.
3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 6. — Zeichnungen des Vereins Hütte. Jahrg. 1854. No. 4; 1855. No. 15.
4) Zeichnung. d. Ver. Hütte. Jahrg. 1855. No. 21; 1856. No. 8 k.

Ofen liefert bei Gichten von 1⅛ Cbfss. Koks und 200 Pfd. Roheisen stündlich an 25 Ctr. Eisen und kann höchstens 90 Ctr. davon halten.

Formen. Nach der Grösse der Production und der Weite der Oefen richtet sich auch die Anzahl der **Formen** und deren Höhe über der Sohle. Bei kleinen Oefen mit etwa 10 Ctr. Fassungsraum genügt eine Form (Taf. III. Fig. 84, 85), bei 20 — 25 Ctr. 2 Formen (Taf. III. 85, 88, 89), bei 30 Ctr. und mehr legt man an die beiden Wangen und an die Hinterseite je 1 Form (Taf. III. Fig. 91) oder vertheilt nach SEFSTRÖM'schem Princip mehrere (bis 12) Formen in einem Niveau an der Peripherie des Ofens (Taf. III. Fig 92, 93) oder spiralförmig um den Ofen herum [Arsenal in **Woolwich**, **Gleiwitz**[1]), Taf. III. Fig. 95], so dass der Wind in verschiedenen Höhen die Schmelzsäule trifft. Die schnelle Vorbereitung der aufgegebenen Gichten bei rasch zunehmender Hitze gestattet dabei einen raschen Niedergang derselben und man erhält bei geringerem Koksverbrauch und minderem Eisenabgang in derselben Zeit eine grössere Menge sehr hitziges Eisen. HINTON[1]) hat zur Beschleunigung des Schmelzens und somit zur Ersparung von Brennmaterial zwei Düsenreihen nach SEFSTRÖM'schem Princip übereinander gelegt und den Ofen sowohl unter, als über den Düsen erweitert. Auf der LASSWITZ'schen Maschinenbauanstalt in Breslau liegen in einem 9 Fuss hohen, 80 Ctr. Eisen haltenden Kupoloofen von 4 Düsen je 2 über einander und einander gegenüber. Bei BOCARD's Ofen (Taf. IV. Fig. 100) fehlen alle Formen und der Wind tritt über dem beweglichen Eisenkasten rings herum zu. Zuweilen legt man, um mehr Eisen zu fassen, die Formen in zwei oder mehreren Reihen (Taf. III. Fig. 94; Taf. IV. Fig. 96) über einander, mag jede Reihe nur eine oder mehrere Formen enthalten. Man bläst dann zunächst bei mit Thon verschlossenen oberen Formen mit der untersten Formreihe, schliesst letztere, sobald das Eisen bis an sie herangekommen, und öffnet die darüber liegende Reihe.

1) Polyt. Centr. 1861. S. 444. — HARTMANN, Fortschr. V, 171. — B. u. h. Ztg. 1855. S. 170, 187. — Preuss. Ztschr. III. A. 166.

Liegt die unterste Formreihe 15 Zoll über der Sohle, so nimmt man die Entfernung der folgenden immer um 3/4 bis 1 Zoll weniger, wodurch man Sammelräume bis zu 30 bis 60 Zoll Höhe erhalten kann, welche bis 200 Ctr. Eisen fassen.

Ein anderes Mittel, um mehr Eisen in flüssigem Zustande zu haben, besteht darin, dass man dasselbe aus dem Kupoloofen in grosse Krahnpfannen [1]) oder einen besondern Eisenkasten ablässt und dann, wenn der Ofen wieder voll ist, beides zusammen ablässt. Dieses Verfahren ist aber nur bei sehr hitzigem Ofengange anzuwenden.

Die Höhe der Form über der Sohle muss derart sein, dass der Herd eine hinreichende Eisenmenge fassen kann, ohne dass dieselbe zu matt oder von der Gebläseluft getroffen wird. Bei Holzkohlen beträgt die Höhe gewöhnlich 10—15 Zoll, bei Koks 20—24 Zoll und darüber. Die Formen liegen gewöhnlich horizontal, nie mit Fall, weil sie sonst das Eisen entkohlen; ein geringes Ansteigen kann von Vortheil für die Qualität des Eisens sein.

Die Weite der kupfernen oder gusseisernen Formen, sowie der Düsen richtet sich nach der Menge des zuzuführenden Windes und seiner Pressung. Koksöfen, die viel schwach gepressten Wind (S. 353) erfordern, haben Formen von 3—8 Zoll Durchmesser, während Holzkohlenöfen weniger, aber stärker gepressten Wind verlangen und deshalb engere Düsen und Formen (von 2—4 Zoll Dchm.) haben, wo dann wohl die zurückziehbaren Düsen eng in der Form anliegen.

ZINTGRAFF's Zugkupoloofen hat keine allgemeinere Anwendung gefunden.

Zu Blansko in Mähren hat man zur Ersparung von Brennmaterial den Oefen noch eine Form unmittelbar auf der Ofensohle gegeben. Man bringt beim Anblasen auf die Sohle Holzkohlen, darauf Koks, bläst etwa 3—5 Minuten mit der untern Form allein, wobei die Ofensohle rasch angewärmt wird, stopft dann die untere Form zu, bläst durch die höher liegende und gibt gleich den normalen Eisensatz. Da die Ofensohle bereits sehr heiss ist, so ist das Eisen

1) B. u. h. Ztg. 1848. S. 496.

gleich anfangs grau. Aehnlich ist man auch bei Hohöfen verfahren.[1]) BOCARD[2]) führt die Luft durch einen Schlitz im ganzen Umfang des Herdes zu.

Oefen mit bewegl. Theilen.

Da die Oefen je nach der Feuerbeständigkeit des Ofenbaumaterials nur eine gewisse Zahl von Schmelzungen (bis 30) aushalten, so müssen die schadhaften Theile, namentlich Herd und Rast, von Zeit zu Zeit reparirt werden. Um dabei nicht den ganzen Kernschacht zu zerstören, hat man wohl den untern Ofentheil vom obern unabhängig gemacht, indem man, wie bei MAILLARD's Kupoloofen[3]) (Taf. IV. Fig. 98, 99) den oberen Theil etwas in die Höhe schraubt und dann den unteren ausbessert, oder dass man das Obertheil unbeweglich macht und das Untertheil in Gestalt eines beweglichen Eisenkastens auf Schienen hervorzieht [BOCARD's Ofen[4]), Taf. IV. Fig. 100, Ofen bei WEDDING[5]) in Berlin] und letzteren dann ausbessert oder nur ausräumt.

Beispiele für Holzkohlenöfen.

Als Beispiele für Holzkohlenkupoloöfen mögen folgende dienen:

Lerbacher Ofen am Harz (Taf. III. Fig. 85—87). *a* Fundament aus Barnsteinen mit einem Kreuzcanal. *b* Bodenplatte. *c* gusseiserner Mantel. *d* Deckplatte. *e* Vorherd, auf einem Vorsprung der Bodenplatte ruhend und an die Ummantelungsplatten angeschroben. *f* Stichöffnung. *g* Aufgeböffnung. *h* Aelterer Winderhitzungsapparat. *i* Esse. Die Formen von $1^1/_4$ Zoll Durchmesser weichen beim zweiförmigen Ofen $1^1/_2$ Zoll aus und haben denselben Durchmesser, wie die Düsen, welche verschiebbar bis ins Formmaul reichen und so die Form abschliessen. *k* Sand, nach einem hohlen Modell aufgestampft, welches letztere demnächst verbrannt wird. Nur der Tümpel wird wohl aus Sandstein gehauen.

Königshütter Ofen am Harz (Taf. III. Fig. 84). *a* Sand. *b* Sandsteine. *c* Barnsteine. *d* Füllung. *e* Rauh-

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 342.
2) Bgwfd. XI, 681. — B. u. h. Ztg. 1848. S. 49.
3) B. u. h. Ztg. 1859. S. 167.
4) Polyt. Centr. 1858. S. 1462. — HARTMANN, Fortschr. II, 260.
5) B. u. h. Ztg. 1862. S. 34.

gemäuer. *f* Eisenmantel. Form von $2^1/_2$ Zoll Durchmesser mit $^1/_4$ Zoll Ansteigen, Düsendurchmesser $2^3/_8$ Zoll.

Oefen von Mariazell (Taf. III. Fig. 88), St. Johann am Brückl in Kärnthen (Taf. III. Fig. 91), Blansko (Taf. III. Fig. 89), Lauchhammer (Taf. III. Fig. 90).

Beispiele für Koksöfen.

Koksofen der Königl. Eisengiesserei zu Berlin (Taf. III. Fig. 92, 93). *a* Windleitungsrohr. *b* Cylindrischer Ring. *c* Düsen. *d* Sohlplatte. *g* Eisenplatte, davor Koks. *h* Stichöffnung. *i* Oeffnung, um im Ofen durch die Düsen sehen und die Formen reinigen zu können, mit einem Glasschieber verschlossen. *k* Feuerfeste Steine. *l* Füllung. *m* Eisenmantel.

Ofen von Wasseralfingen (Taf. III. Fig. 94). *a* Ofenschacht. *b* Formen. *c* Abrutschplatte. *d* Aufgebeöffnung. *e* Schottischer Winderhitzungsapparat. *f* Esse.

Neuberger Ofen (Taf. IV. Fig. 96) mit 4 Formreihen *a*.

Ofen von Gleiwitz (Taf. III. Fig. 95) mit 6 Düsen von $1^1/_2$ Zoll Durchmesser, welche in dem Windcanal *a* schneckenförmig so liegen, dass die sechste Düse $2^1/_2$ Zoll höher, als die erste ist. In dem Canal *a* befinden sich an der Aussenseite Oeffnungen, den Düsenmündungen entsprechend und mit einem Glasschieber versehen. *b* Vorherd. *c* Oeffnung zum Reinigen des Herdes während des Betriebes, bis auf die Abstichöffnung geschlossen. *d* Aufgebeöffnung. Das zum Poterieguss verwandte Eisen fliesst durch den Stich fortwährend in eine Kelle.

IRELAND's Kupoloofen [1]) (Taf. IV. Fig. 97) mit 2 Formen *a* einander gegenüber, von 9 Zoll Weite. *b* Schlackenauge. *c* Abstichöffnung. *d* Aufgebeöffnung.

MAILLARD's Kupoloofen mit beweglichem Obertheil [2]) (Taf. IV. Fig. 98, 99). *a* Herd aus feuerfesten Ziegeln oder Sand, bis auf 1,1 M. Höhe mit einem eisernen Mantel *b* umgeben, in welchem 3 Oeffnungen für die Formen *c* und 2 für den Schlackenabfluss *d*. *e* Oberer Herdtheil und *f* Rast, ebenfalls aus feuerfesten Ziegeln oder Sand, der

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 61; 1861. S. 303.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 167.

leichteren Reparatur wegen nicht mit einem Eisenmantel umgeben. *g* Oberer Schachttheil aus feuerfesten Steinen, mit einem Mantel *h* aus Eisenblech umgeben, dessen Rand auf 4 Säulen *i* ruht. Diese stehen auf Lappen *k* am untern Mantel *b* und haben Zapfen, welche, mit Schraubengewinden versehen, unter den Lappen und auf und unter dem Rande Muttern haben. Durch Lüften der obern und durch Nachholen der untern Schraube lässt sich der Ofenschacht einige Centimeter über die Rast erheben, so dass diese nach dem Erkalten leicht ausgebessert werden kann. *m* Stichöffnung. *n* Rinne zum Eisenabfluss. Die Formen, bis auf 20 bis 25 Cent. Tiefe mit Blech belegt, haben 0,145 und die Düsen 0,140 Meter Durchmesser. Ein solcher Ofen kann 900 bis 1000 Kil. Eisen aufnehmen.

MAILLARD's locomobiler Ofen [1]) (Taf. IV. Fig. 100) mit 2 Formen *c* von 0,07 M. Durchmesser und einem Schlackenloch von 0,06 M. Weite, ruht auf einem Wagen *b* und ist sonst ähnlich construirt, wie der vorhergehende. Derselbe fasst nur 60—100 Kil. Eisen.

BOCARD's Kupoloofen mit beweglichem Eisenkasten [2]) (Taf. IV. Fig. 101). *a* Gusseiserner Herdkasten mit feuerfesten Steinen ausgekleidet, auf einem Wagen *b* stehend, dessen Räder auf Schienen *c* laufen. Den Herd *a* umgibt zunächst ein Kasten *d* und diesen ein zweiter *e*. Die Gebläseluft tritt in den Raum *f* und gelangt von da, statt durch Formen, am ganzen Umfange des Herdkastens bei *g* in den Ofen, wobei ein sehr gleichförmiges Schmelzen stattfindet. *h* Schlackenloch. *k* Stich.

Vortheile der erhitzten Luft.

B) Winderhitzungsapparate. Erhitzte Luft [3]) hat beim Kupoloofenbetriebe in Bezug auf Brennmaterialverbrauch, Eisenproduction, Schmelzabgang und Schmelzgang wesentliche Vortheile herbeigeführt, welche aber bei dem periodischen Betrieb der Oefen weniger hervortreten. Bei Holzkohlen hat man

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 168.
2) DINGL. Bd. 150. S. 186. — HARTMANN, Fortschr. II, 260.
3) KARST., Arch. 2 R. IX, 217; XI, 198. — MERBACH, Anwend. der erhitzten Gebläseluft. 1840. S. 64. — Bgwfd. III, 145; IV, 104. — Studien d. Götting. Ver. IV, 65.

⅓, bei Koks sogar die Hälfte Brennmaterial erspart; der Eisenabgang ist von 9—10 % auf 5 % herabgegangen, es resultirte ein hitzigeres, dichteres Eisen; Bruch- und Wascheisen lassen sich ohne Gefahr umschmelzen, die Arbeiten im Herde sind bequemer, die Schlacke ist hitziger, die Gichtflamme lebhafter und die Form heller. Man erhitzt den Wind gewöhnlich nicht über 250 ° C., weil sonst der Ofen zu stark angegriffen wird und das Eisen behuf der Giesserei zu überhitzt werden kann. Aus diesem und dem S. 353 angegebenen Grunde wendet man beim Umschmelzen grauer Eisensorten mit Koks, welche an sich schon eine höhere Temperatur geben, häufig kalten Wind an (Harzer Hütten).

Wind-erhitzungs-apparate.

Die üblichen Winderhitzungsapparate, entweder über oder neben der Gicht angebracht, sind bald Wasseralfinger (I. 646; III. Taf. III. Fig. 86), bald schottische (I. 648; III. Taf. III. Fig. 94), bald ringförmige (I. 650) oder halbringförmige mit communicirenden Abtheilungen. Letztere haben sich auf Lerbacher Hütte am Harze besser bewährt, als die Wasseralfinger (Taf. III. Fig. 86, 87).

Gebläse.

C) Gebläse. Da der Kupoloofenbetrieb, namentlich mit Koks, nur geringer Windpressung, aber einer grossen Windmenge bedarf (S. 353), so kommen als Gebläse zweckmässiger Ventilatoren (I. 623) in Anwendung, als die in der Anlage theureren Cylindergebläse, indem die letzteren besser geeignet sind, bei gleichen Windmengen eine hohe Pressung hervorbringen, aber nur bei lebhaftem Gange und grossem Cylinderdurchmesser die erforderliche Windmenge liefern. Ausserdem bedürfen sie eines in der Anlage immer kostspieligen Regulators. In den meisten Berliner Eisengiessereien [1]) wendet man Ventilatoren an, z. B. solche von 3 Fuss Durchmesser und 15 Zoll Breite, die von einer 6pferdigen Dampfmaschine 800mal pro Minute umgetrieben werden und 3 grosse Kupoloöfen mit dem erforderlichen Wind (an 2000 Cbfss.) mit ¾—⁵⁄₄ Pfd. Pressung versorgen. Auch in England haben sich Ventilatoren mit Schmiervorrichtung durch die hohle Welle bewährt, indem ihr schwacher, durch 5 — 7 weite Formen eingetriebener Wind auf den

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 3.



Brennmaterialverbrauch und Eisenabgang günstig eingewirkt hat. In Siebenbürgen[1]) sind Schneckengebläse (I. 623) versucht worden. Im Uebrigen findet man nicht selten Cylindergebläse auf Hütten, welche solche gleichzeitig zum Hohofenbetrieb benutzen.

Windmenge.

Die Menge des zuzuführenden Windes richtet sich hauptsächlich nach der Grösse der Production und damit im Zusammenhange nach den Dimensionen und der Construction des Ofens, ferner nach der Beschaffenheit des Brennmaterials und des zu verschmelzenden Roheisens.

Kokskupoloöfen erfordern je nach der Dichtigkeit der Koks etc. pro Minute etwa 400—700, Holzkohlenöfen 250 bis 400 Cbfss. Luft. Die Pressung bei Koksöfen beträgt etwa 4—8 Linien, bei Holzkohlen 9 Linien bis 2 Zoll Quecksilber und mehr, selten weniger (6 Linien).

Da auf jede 100 Pfd. Eisen, welche ein Kokskupoloofen in 1 Stunde geschmolzen liefern soll, etwa 5000 Cbfss. Luft pro Stunde erforderlich sind, so lassen sich hieraus folgende in Betreff der Windzuführung, des Düsendurchmessers etc. wichtige Verhältnisszahlen ableiten:

Windpress. Zoll. Wassersäule.[2])	Windmenge pro Quad.-Zoll Düsenöffnung. Cbfss.	Düsenquerschnitt pro 100 Pfund Eisen stündlich. Q.-Z.	Stündliche Eisenmenge pro 1 Q.-Zoll Düsenquerschnitt. Pfd.
2,91	0,70	2,00	50
4,19	0,84	$1^2/_3$	60
5,67	0,98	1,43	70
7,36	1,12	1,25	80
9,28	1,26	$1^1/_9$	90

Beispiele für Bestimmung der Windmengen.

a) Ein mit 7,36 Zoll Windpressung arbeitender Kupoloofen wird durch 3 Düsen à 6 Zoll Durchmesser gespeist; wie viel geschmolzenes Eisen kann derselbe in 1 Stunde liefern? Bei der obigen Windpressung erfolgen pro Q. Z. Düsenquerschnitt stündlich 80 Pfd. Eisen, also werden bei 3 Düsen mit zusammen 85 Q. Z. Querschnitt 80 × 85 = 68 Ctr. Eisen stündlich erhalten.

1) Oesterr. Ztschr. 1856. S. 75.

2) Ueber Reduction der Manometerscalen: Bd. I. S. 665.

b) Wie viel Quadratzoll Querschnitt sind 4 Düsen zu geben, wenn stündlich 40 Ctr. Eisen mit 7,36 Zoll Pressung erblasen werden sollen?

Da 100 Pfd. = 1 Ctr. Eisen bei der angegebenen Pressung 1,25 Q. Z. Düsenquerschnitt erfordern, so machen 40 Ctr. 40 × 1,25 = 50 Q. Z. nöthig, so dass jede Düse 12,5 Q. Z. Querschnitt = etwa 4 Zoll Durchmesser erhält.

Der frühere Lerbacher Kokskupoloofen erhielt bei 5 Zoll Düsendurchmesser und 5—6 Loth Pressung 600 Cbfss. kalten Wind pro Minute; der Holzkohlenkupoloofen (Taf. III. Fig. 85—87) erhält 395—425 Cbfss. Luft von 130—160° R. bei 2 Zoll 9 Linien Düsendurchmesser.

Arbeitsgezäh.

D) Arbeitsgeräthschaften. Der Schmelzer bedarf: 4—5 Spette mit Nasen, 1—2 Z. Q., 4—6 Fuss lang, zum Abstechen; 3—4 Räumnadeln, ¼—½ Z. Q., 4—6 Fuss lang; 16—20 Stopfhölzer; 3—4 Handspette (Brecheisen) zum Reinigen des Stichs, ¾ Z. Q., 5 Fuss lang, und 1 zum Arbeiten im Herd, 1 Z. Q. und 5 Fuss lang; 1 Rengel zu demselben Zweck; 1 Zange zum Zurückziehen der Düse; 2 Fäustel 5—6 und 10—20 Pfd. schwer; 4—6 Formstörer von verschiedener Grösse; 4 Schaufeln verschiedener Grösse, 6—8—10 Z. breit und 8—10—12 Z. lang; 3 Schlackenkrücken, 12—16 Fuss lang; 1 Kohlenharken; 2 Stichhölzer; 1 Eimer; 1 Ambos; 1 Maurerkelle; 1 Signalglocke; Thermometer; Manometer; Tafel; Eisenplatte zum Verschliessen des Vorherdes (als Materialien dazu noch Lehm, Pferdemist, Formsand, Gestübbe, gepochte Schlacke).

Das Gezäh des Aufgebers besteht aus Kohlen-Füllfässern, 2—3 Trögen, 1 Kratze, 1 Kohlenkrahle, 1 Gichtkrücke, 1 Wage nebst Gewichten zum Abwiegen des Eisens, während die Kohlen meist dem Volum nach aufgegeben werden, 1 Gichtentafel, 1 Eisenplatte zum Verschliessen der Gicht. Das Aufgichten geschieht wie bei Krumm- oder Hohöfen; zuweilen sind Gichtaufzüge vorhanden.

Anblasen bei Holzkohlenkupoloöfen.

§. 38. Kupoloofenbetrieb. Beim Anblasen eines Holzkohlenofens wird derselbe durch glühende Kohlen im Herde während 8—12—24 Stunden abgewärmt, der Herd

von Ansätzen gereinigt, der Ofen allmälig mit Kohlen gefüllt, wo die vorhergehende Lage die folgende immer zum Glühen bringen muss, der Wind mit schwacher Pressung (4—6 Lin. Hg) angelassen und die erste Eisengicht von 25 Pfd. (bei anhaltendem Betriebe, wenn der Ofen schon eine höhere Temperatur angenommen hat, fängt man wohl gleich mit Gichten von 50, 60 oder 70 Pfd. an) gegeben. Sobald nach $1^1/_2$—$1^3/_4$ St. die 7—8. Gicht in den Herd gelangt, verschliesst man den nunmehr abgewärmten Stich mit einem Pfropfen aus $^2/_3$ Lehm und $^1/_3$ Pferdemist oder Sand, legt den Kranz auf den Vorherd und verstopft die Oeffnung unter dem Tümpel recht fest mit Sand, gepochter Schlacke oder schwerem Gestübbe, damit der Gebläsewind nicht durchschlägt, gibt die volle Pressung von 9—36 Lin. Hg und steigert alsdann je nach dem Ofengange den Satz allmälig von 10 zu 10 Pfd. auf 90—105, höchstens 110 Pfd. Eisen, indem man die Kohlengichten constant nimmt (etwa 2 Cubikfuss Buchenkohlen = 19—22 Pfd.) Von dem schnelleren Verfahren des Anblasens zu Blansko war S. 357 die Rede.

Die Materialien gelangen entweder durch einen Gichtaufzug (z. B. beim Irelandofen) auf die Gicht oder werden auf einer schiefen Ebene aufgefahren. Das Eisen wird zweckmässig in Stücken von 2 Zoll Würfel, bei Koksöfen wohl in noch grösseren Stücken aufgegeben, nachdem vorher die Gicht gewogen; das möglichst gleichmässige, nicht zu grobe und zu kleine, gut trockne Brennmaterial wird dem Volum nach aufgegeben, dessen Gewicht man aber kennt und welches von Zeit zu Zeit durch Nachwägen controllirt wird. Die Grösse der einzelnen Gichten hängt von der Beschaffenheit des Brennmaterials und Roheisens, der Grösse des Ofens, dem Ofengang etc. ab. Bei Koks z. B. gibt man je nach den Dimensionen des Ofens Gichten von $^3/_4$ bis 1 Cubikfuss (24—36 Pfd.) oder 2—3 Cbfss. (72—108 Pfd. und Eisengichten von 100—500 Pfd. und mehr, bei Kohlen Gichten von $1^1/_2$—2 Cbfss. Im Allgemeinen setzt man auf 25—50 Pfd. Koks 200—400 Pfd. Eisen in Stücken von 8 Cbkzll.

Guter Ofengang.

Bei einem guten Ofengange ist das Eisen im Herde hitzig und gaar, vor den nicht zu hellen Formen zeigen

sich Kohlen, die niedergehenden Eisenstücke schmelzen rasch weg, die weissgelbe Gichtflamme ist lebhaft und heisser, als beim Eisenhohofen, Gicht- und Tümpelrauch meist blau.

Hitziger Ofengang.

Bei zu gaarem Gange besitzt das Eisen einen sehr hohen Hitzgrad, frisst den Herd stark an und ist sehr dünnflüssig, wo man dann entweder mit Brandeisen durch die Formen füttert oder das Eisen vor dem Vergiessen unter Zusatz von etwas ungeschmolzenem Roheisen einige Zeit stehen lässt, um Senkungen im Abguss und eine Zerstörung der Formen zu vermeiden, und an Satz zulegt. Wird durch letzteres Mittel das dünnflüssige Eisen leicht in dickflüssiges übergeführt, so pflegt der Ofen zu weit zu sein.

Matter Ofengang.

Bei einem entgegengesetzten Ofengange, wenn es an Temperatur fehlt, wird das Eisen dickflüssig, matt und schreckt leicht ab, die Formen nasen und die Gichtflamme ist träge. Man bricht dann an Eisen ab oder erhöht die Windtemperatur, reinigt Formen und Herd von Ansätzen, drückt öfters unter den Tümpel gepochte Schlacke, damit die Tümpelflamme sich mehr nach vorn zieht und so das Eisen im Vorherd hitziger ausfällt, und hält den Vorherd stets mit glühenden Kohlen bedeckt. Ist das Eisen dickflüssig, ohne abzuschrecken, so ist entweder der Wind zu schwach oder die Schlacke zu zähe; entsteht zu Anfange des Schmelzens anhaltend zu dickes Eisen, so können die Formen zu hoch liegen. Bleiben Gichten hängen, so zieht man die Düsen zurück und stellt den Wind ab, worauf die Gichten niedergehen. Die Schlacke wird entweder vom Vorherd abgezogen, oder sie läuft von selbst durch Oeffnungen in Kästen ab oder sie wird von Zeit zu Zeit abgestochen oder fliesst mit dem Roheisen aus und wird demnächst in der Giesspfanne von demselben getrennt.

Entfernung des Eisens.

Hat sich der Herd nach einigen Stunden (3—4 Stunden) und einer gewissen Gichtenzahl mit Eisen gefüllt, so wird dasselbe bei abgestelltem Winde entweder aus dem Vorherde ausgeschöpft oder aus demselben in Pfannen abgestochen, seltener (bei grossen Gussstücken) direct in die Formen aus dem Herd laufen gelassen. Soll noch mehr Eisen im Herde gesammelt werden, so verschliesst man die

untere Formreihe mit feuerfester Masse und gibt Wind in die obere.

Um die Eisenmenge zu ermitteln, die ein Herd fassen kann und die für einen vorliegenden Fall erforderlich ist, sticht man, wenn ersterer voll ist, ab, wiegt das Eisen und merkt sich die zu seiner Füllung erforderlich gewesene Gichtenzahl. Um demnächst jederzeit zu wissen, wie viel Eisen gerade im Herd ist, braucht man nur die bis dahin durchgegangenen Gichten zu zählen und daraus das Eisenquantum zu berechnen.

Nach dem Entleeren des Herdes und seiner Reinigung von Ansätzen wird derselbe nach geschlossenem Stich wieder mit Kohlen gefüllt, der Raum unter dem Tümpel verstopft und das Schmelzen wieder begonnen. Den Stich sucht man sorgfältig zu erhalten und streicht ihn innen mit Schwärze aus.

Dämpfen des Ofens.

Das Schmelzen wird, wenn die Förmerei solches nicht anders verlangt, gewöhnlich Abends nach 14—15stündiger Campagne unterbrochen. Man gibt dann etwa 1 Stunde vor dem letzten Abstich bei der letzten Gicht, um die Kohlen möglichst auszunutzen, einen doppelten Eisensatz von grösseren Stücken, auch wohl der verschlackten Ofenbestandtheile halber bei den letzten Gichten 8—10 Pfd. Kalkstein auf, stellt, wenn sich alles geschmolzene Eisen im Herd befindet, den Wind ab, schöpft das Eisen aus oder sticht es völlig ab, nimmt den Herdkranz weg, reinigt den Vorherd und Tümpel von Ansätzen und Kohlen, bessert den Stich aus, verstopft denselben mit Gestübbe oder einem eingeschlagenen Spett, verschliesst die Formöffnungen mit Lehm, füllt den Herd mit frischen Kohlen, bedeckt Vorherd und Gicht mit einer lutirten Eisenplatte und erhält so die Hitze bis zum andern Morgen im Ofen, wobei etwa 2 Cbfss. Kohlen verbrennen. Man öffnet dann Vorherd, Gicht und Stich wieder, füllt den Ofen mit Kohlen, gibt anfangs Eisengichten von 25—35 Pfd. bei 4—5 Lin. Pressung auf, steigert dann Satz und Pressung rasch.

Je nach der Beschaffenheit des Ofenbaumaterials macht der Ofen auf diese Weise längere oder kürzere Campagnen, während welcher leichtere Reparaturen ausgeführt werden,

und hält gewöhnlich 4—6 Wochen aus. Der Abgang beim Umschmelzen beträgt je nach der Qualität des Roheisens, des Brennmaterials und dem Ofengange 5—7 %, im ungünstigsten Falle bis 12 % und mehr.

Kokskupoloofenbetrieb.

Der Koksofenbetrieb wird in ähnlicher Weise, wie der Holzkohlenofenbetrieb mit den S. 351 angegebenen Abweichungen geleitet; man entzündet nur zu Anfang die Koks durch Reisig, Holz und glühende Kohlen, setzt meist zu jeder Gicht bis 5 % Kalk zur leichtern Verschlackung der Koksasche, sticht die Schlacke von Zeit zu Zeit durch ein Schlackenloch (Taf. IV. Fig. 97, 98) ab oder lässt sie fortwährend in einen Kasten ausfliessen. Die Oefen sind meist, wie bemerkt, ohne Vorherd und häufig nur 4—5 Stunden im Gange, wo sie gereinigt werden müssen, weil durch die Schlackenbildung viel Ansätze im Ofen entstehen.

Nach Knop[1]) gelangt man zu einer Brennmaterialersparung, wenn man den Ofen, statt ganz, anfangs zur Hälfte mit Koks füllt, anwärmt und schon 1—$1\frac{1}{4}$ Stunden vor dem Einlassen des Windes die Eisengicht aufgibt. Beim Ireland-Ofen hat sich dieses Verfahren auch bewährt.

Producte.

Als Producte erfolgen:

1) Roheisen, dichter und feinkörniger, als vor dem Umschmelzen, halbirt bis grau je nach dem Ofengange.

2) Schlacken (Analysen Bd. I. S. 876), aus der Asche des Brennmaterials, den am Roheisen haftenden Sand- und Schlackentheilen, aus Ofenbaumaterial, Kalkzuschlägen etc. entstanden, blau, grau, braun oder gelb; glasig, porzellanartig, steinig und erdig, mit Wasser übergossen häufig Schwefelwasserstoff entwickelnd.

Graues Koksroheisen von Rans[2]), enthaltend 94,50 Fe, 1,95 Si und 3,09 C., gab beim Verschmelzen mit Koks mit 12 % Asche im Kupoloofen zu Casamène eine Schlacke von folgender Zusammensetzung: $\dddot{Si}$ 31,8; $\dddot{Al}$ 24,2; $\dot{Fe}$ 22,4; $\dot{Ca}$ 21,0; $\dot{Mg}$ 0,6.

1) Dingl. Bd. 168. S. 157.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 26.

Die Schlacken aus Holzkohlenkupoloöfen werden gepocht und auf Wascheisen benutzt.

3) Kupoloofengichtgase [1]) sind heisser und reicher an Kohlensäure, als Hohofengase und zwar aus Kokskupoloöfen mehr, als aus Holzkohlenkupoloöfen. Sie werden entweder nicht benutzt oder dienen zur Winderhitzung (Taf. III. Fig. 86, 91), zuweilen auch zur Erhitzung der Vorwärmkessel für Dampfmaschinen [HOPPÉ's Maschinenfabrik [2]) in Berlin] oder zur directen Dampferzeugung [Bernburg [3])].

4) Ausgeräumte Kohlen, welche wieder mit aufgegeben werden. Um sie möglichst vollständig vor Beendigung des Schmelzens auszunutzen, verstärkt man die letzte Eisengicht.

Beispiele für Holzkupoloofenbetrieb.

Königshütte am Harz (Taf. III. Fig. 84). 2—4zöllige Stücke von Würfeleisen, Ausschusseisen und Abfall der Förmerei, Granulir- und Scherbeneisen, Bohr- und Drehspäne von Roh- und Stabeisen; Eisengicht 80 Pfd. aus $^2/_3$ Roheisen und $^1/_3$ altem Eisen etc.; Buchenkohlengicht 2 Cbfss. = 20 (19—21) Pfd.; Durchmesser der Form $2^1/_2$ Zoll, der Düse $2^3/_8$ Zoll, Windpressung 18 Lin. (15—24), Temperatur 200° R. (125—250°), Windmenge 350 Cbfss. pro Minute, 70—80 Einsätze in 12 Stunden. Schmelzverlust auf 100 Pfd. eingeschmolzenes Roheisen 2,66 % und auf 100 Pfd. Gusswaare 5,01 %.

Lerbacher Hütte am Harz (Taf. III. Fig. 85—87). Brucheisen, Abfälle von der Förmerei, Würfeleisen, Stabeisendrehspäne (15 %); 1 Gicht = $2^1/_2$ Cbfss. = 22 Pfd. Buchenkohle und 90—100 Pfd. Eisen; in 1 Stunde etwa 5 Gichten; Durchmesser der Form und Düsen $1^1/_4$ Zoll, Windpressung 30 Lin., Windtemperatur 195° R.; Schmelzabgang 3,14 Pfd. auf 100 Pfd. eingeschmolzenes Eisen, 5 % auf 100 Pfd. Materialeisen und 5,26 % auf 100 Pfd. Gusswerk; Kohlenverbrauch auf 100 Pfd. Materialeisen 42,33 Pfd.

1) Analysen: Bgwfd. VIII, 467. Verwendung: Bgwfd. XI, 125. — Polyt. Centr. 1847. S. 917. — B. u. h. Ztg. 1852. S. 261; 1155. S. 177.
2) B. u. h. Ztg. 1852. S. 33.
3) B. u. h. Ztg. 1855. S. 177 (mit Zeichnung).

und auf 100 Pfd. Gusswerk 45,4 Pfd. Ein Herd hält 12 bis 15 Ctr., bei 2 Formen über einander bis 20 Ctr.

Mariazell (Taf. III. Fig. 88). 1 Gicht = ½ Vordernberger Fass à 7¾ Cbfss. Holzkohlen und 100—110 Pfd. Eisen (anfangs 60—80 Pfd.); 2 Formen von 1 Zoll Weite und ¾ Zoll Höhe; Windpressung 11—13 Lin. Hg bei 1 Zoll weiter Düse; Durchsetzquantum in 12 Stunden 60—100 Ctr. mit 5% Schmelzverlust. — Man verschmilzt hier auch mit Vortheil Eisendrehspanziegeln (S. 349) in Gichten von 60 bis 150 Pfd. mit 10 Pfd. Brucheisen, 0 Pfd. Schlackensand und 3,896 Cbfss. Holzkohlen in 2förmigen Oefen bei 18 Linien Düsendurchmesser und 18—20 Lin. Hg. Pressung. In 1 Stunde gehen 6—7 Gichten nieder, man hat 13—18% Schmelzabgang und verbraucht auf 1 Ctr. Erzeugung 4 Cbfss. Holzkohlen.

Blansko (Taf. III. Fig. 89). Durchsetzquantum in 12 Stunden 60—90 Ctr. mit 6—8% Abgang und 3 Cbfss. harten Kohlen pro 100 Pfd. Düsendurchmesser 14—24 Lin., Pressung 18—36 Zoll Wasser.

Lauchhammer (Taf. III. Fig. 90). 1 Gicht = 1 Cbfss. Kohlen und 40—50 Pfd. Eisen (anfangs 20 Pfd.); Düsenweite ¾ Zoll, Höhe ¾ Zoll, Pressung 16 Zoll Wasser. Durchsetzquantum in 12 Stunden 40—50 Ctr. mit 4—5% Abgang und auf 1 Ctr. Eisen mit 2½—3 Cbfss. Kohlen.

Beispiele für Kokskupoloöfen.

Katzhütte in Thüringen. Ofen mit Vorherd, 8 Fuss hoch, unten 1 Fuss 9 Zoll, oben 1 Fuss 6 Zoll weit; 5 Formen à 5 Zoll weit; Windpressung 14—16 Zoll Wassersäule; 1 Gicht = 1½ Cbfss. westph. Koks und bis 4½ Ctr. Roheisen (25% schott. Eisen und 75% selbsterblasenes); auf jede zweite Gicht einige Pfund Flussspath; der Herd hält 50 Ctr. Eisen.

Aelterer Ofen in Lerbach. Ofen ohne Vorherd, 7 Fuss hoch, unten 2 Fuss, im Kohlensack 2 Fuss 2 Zoll weit; Düsendurchmesser 5 Zoll, Pressung 5—6 Loth, Temperatur 15° R., Windmenge pro Min. 600 Cbfss.; 1 Gicht = 25—30 Pfd. hannov. Gaskoks und 60—120 Pfd. Eisen.

Saynerhütte in 1861: 33,12 Pfd. Koksverbrauch auf 100 Pfd. Roheisen; 8,91% Schmelzabgang.

Gleiwitzer Ofen (Taf. III. Fig. 95) setzt bei 1½ Pfd. Windpressung in 5 Stunden 110—120 Ctr. Eisen durch.

Man kann Gussstücke von mehr als 70 Ctr. abgiessen. Im Jahre 1861 verbrauchte man zu 1 Ctr. Gusswaare 114,2 Pfd. Roheisen und 0,22 Ton. = 46,5 Pfd. Koks.

Irelandkupoloofen [1]) (Taf. IV. Fig. 96). Beim Besetzen des Ofens am Morgen kommen auf die Sohle glühende Koks, darauf 7 Ctr. todte Koks, 1 Tonne Roheisen, dessen Stücke parallel mit der Richtung des Windes, 2 Ctr. Koks, 1 Tonne Roheisen, $1\frac{1}{2}$ Ctr. Koks, 1 Tonne Eisen und so fort bis zur Gicht, wo dann der Ofen 6 Tonnen Roheisen und 15 Ctr. Koks enthält. Das Brucheisen setzt man jedesmal an die Formseite und gibt auf die zweite und fünfte Gicht $\frac{1}{2}$ Ctr. Flussspath. Man lässt dann das Gebläse an, schmelzt den Ofeninhalt nieder und besetzt den Ofen Nachmittags nochmals in vorhinniger Weise. Die Schlacke läuft fort, während aus dem Auge *b* in einen Kasten auf einem kleinen Wagen. Man schmilzt in 1 Stunde an 60 Ctr. Roheisen bei 7zölliger Düse und 16 Zoll Wassersäulen-Pressung durch und verbraucht auf 1 Tonne Roheisen durchschnittlich $2\frac{1}{3}$ Centner, also auf 100 Pfd. Roheisen etwa $11\frac{2}{3}$ Pfd. Koks. Der Ofen erfordert nach eintägigem Schmelzen stets eine Ausbesserung. Der Herd fasst 25 Ctr. geschmolzenes Eisen.

Umschmelzen 6,08 Kil Koks bei weniger als 4 % Eisenabgang.

In dem Locomobil-Ofen (Taf. IV. Fig. 101) setzt man Gichten von 6 Kil. Koks, 50 Kil. Roheisen und 1,5 Kil. Zuschlag durch.

In BOCCARD's Kupoloofen (Taf. IV. Fig. 100) schmilzt man bei einem mittleren Querschnitt von 40 Q.-Cent. 1500 bis 2000 Kil. Roheisen pro Stunde. Die Schlacken fliessen während des Betriebes durch das Schlackenloch ab; das Eisen wird bei vollem Kasten *a* abgestochen, dieser alsdann, um ihn zu reinigen, herausgezogen, nachdem man die Schmelzsäule mittelst Brechstangen abgefangen hat. Es wird sodann ein anderer gehörig abgewärmter Herd eingeschoben.

C. Umschmelzen des Roheisens in Flammöfen.

Anwendung der Flammöfen.

§. 39. Allgemeines. Die Vorzüge der Kupoloöfen vor den Flammöfen sind S. 345 zum Theil erwähnt und werden letztere von ersteren, nachdem man deren Dimensionen vergrössert, immer mehr verdrängt. Man verwendet die Flammöfen hauptsächlich zum Giessen sehr grosser Stücke oder zum Umschmelzen massiger Ausschuss-Roheisenstücke oder wenn es darauf ankommt, durch den Einfluss der Luft gewisse Bestandtheile des Eisens (Silicium, Phosphor, Erdmetalle etc.) auszuscheiden, dessen Qualität dadurch zu verbessern und festes Eisen, z. B. zu Kanonen, Walzen etc. zu erhalten; ferner, wenn mit dem zu Gebote stehenden Brennmaterial, z. B. Braunkohlen, kein Kupoloofenbetrieb geführt werden kann, wenn nur mit grossen Kosten ein Gebläse für den Kupoloofen zu beschaffen ist, wenn man vorübergehend an einem Orte eine Giesserei anlegen muss etc. Man kann, was im Kupoloofen nicht der Fall, das Eisen im Flammofen beliebig lange aufheben und umändern, so dass aus den allergrauesten Sorten alle Nüancen bis zum weissen sich erzeugen. Dagegen lassen sich im Flammofen nur gewisse Roheisensorten mit Vortheil umschmelzen, sie gestatten kein gleichmässig fortlaufendes Giessen und veranlassen durch Oxydation von Eisen (Schaaleneisenbildung) grösseren Eisenabgang, so dass sie sich namentlich wegen des letzteren Umstandes und auch

des grösseren Brennmaterialverbrauchs nur bei grossem Giessereibetriebe empfehlen, wo mehrere starke Güsse hinter einander erforderlich sind.

§. 40. Schmelzmaterialien. Diese sind:

Roheisen. 1) Roheisen. Man wendet gewöhnlich die grauen Sorten, aus strengflüssiger Beschickung [1]) in hohen engen Gestellen erhalten, an, weil graue aus leichtflüssiger Beschickung in niedrigen Gestellen, sowie halbirte leicht zu hell werden und sich dann nicht zu jeder Gusswaare eignen. Gewöhnliches gaares Graueisen bedarf nur eines einmaligem Umschmelzens, schwarzgraues oder sonst unreines eines öfteren, um hinreichend fest zu werden. Letzteres erleidet eine starke Verschlackung, ohne jedoch so viel oxydirtes Eisen (Schaaleneisen) zu geben, als weisses Roheisen, welches dickflüssig einschmilzt und sich leichter oxydirt Das festeste Eisen erhält man durch Umschmelzen weissen Eisens, namentlich eines kohlenstoffarmen körnigen bei sehr hoher Temperatur und langsamem Abkühlen oder durch rasche Abkühlung eines grauen. Man kann im Flammofen aus grauem Eisen ein gutes, reines, körniges Weisseisen erzeugen. Häufig werden mehrere Eisensorten gattirt.

Zuschläge. 2) Zuschläge werden beim Schmelzen meist nicht gegeben, nur in Gebläseflammöfen ein Kalkzuschlag. Ein zu Mariazell [2]) versuchter Zusatz von Glätte verringerte den Schwefelgehalt nicht, gab aber hitzigeres Roheisen, indem die sonst schaumige Schlacke durch Aufnahme von Bleioxyd zu einer dünnen Lage herabsank und dadurch eine bessere Durchwirkung der Hitze aufs Eisenbad zuliess.

Brennmaterialien. 3) Brennmaterialien. Das beste Brennmaterial gibt eine fette langflammige Sintersteinkohle; wo sie fehlt, können gedarrtes Holz [3]) und Torf [4]) sowie gute Braunkohlen (z. B. Leobener I. 289) mit Vortheil benutzt werden. Ungedarrtes Holz und Torf, bei Puddel- und Schweissöfen noch anwendbar, geben nicht die erforderliche Hitze. Auch

1) Verhalten der engl. und schott. Roheisensorten beim Umschmelzen: Leoben. Jahrb. 1852. II. 116; desgl. der belgischen: Ibid. S. 160.
2) Leoben. Jahrb. 1862. XI. 300.
3) Oesterr. Ztschr. 1857. S. 116.
4) B. u. h. Ztg. 1843. S. 765.

hat man, wo solche Brennstoffe in geeigneter Qualität nicht vorhanden, gasförmige Brennmaterialien (z. B. in ECK's Gasweissofen) angewandt.

Nach KARSTEN erfordern 100 Pfd. Eisen zum Umschmelzen, je nach seiner Strengflüssigkeit und dem Aschengehalt des Brennmaterials, 40—80 Pfd. Steinkohlen oder 6,5 Cbfss. à 20 Pfd. = 130 Pfd. Nadelholz oder $4^1/_3$ Cbfss. = 185 Pfd. gedarrten schwarzen Torf, oder 100 Pfd. Roheisen durchschnittlich dem Volum nach 6,5 Cbfss. Holz und 1 Cbfss. Steinkohlen, dem Gewicht nach 130 Pfd. Holz und 50 Pfd. Steinkohlen.

Zu Mariazell verbrauchte man nach TUNNER auf 1 Ctr. Roheisen 6—8 Cbfss. gedarrtes Holz, 50—80 Pfd. gute Steinkohle, 15—18 Cbfss. gedarrten Torf oder 70—100 Pfd. Braunkohle.

Erfordernisse einer guten Construction.

§. 41. Schmelzöfen. [1]) Dieselben müssen so construirt sein, dass man in der kürzesten Zeit mit dem geringsten Brennstoffaufwand und Metallverlust den entsprechenden Flüssigkeitsgrad des Eisens herbeiführt, wozu sehr hohe Temperaturen erforderlich sind. Zur Hervorbringung derselben sind förderlich: eine oft bis 100 Fuss hohe Esse oder Anwendung von Unterwind, im Verhältniss zum Herde grosser Feuerungsraum, passend geneigtes Gewölbe, aus schlechten Wärmeleitern hergestellter Herd, gutes Brennmaterial, öfteres Schüren in kleinen Mengen u. dgl. Zur Beförderung des Zuges stellt man die Oefen zuweilen ganz im Freien auf. Obige Ansprüche lassen sich eher erreichen, wenn das Eisen ohne wesentliche Veränderung rasch in grösserer Menge umgeschmolzen werden soll, weniger da, wo gleichzeitig eine Reinigung desselben vorzunehmen ist. Danach unterscheiden sich dann auch die Oefen wesentlich hinsichtlich der Einrichtung ihres Herdes in solche mit nach dem Fuchs (Taf. IV. Fig. 102 bis 109) und solche mit nach der Feuerbrücke geneigtem Herde (Taf. IV. Fig. 110—115). Bei ersteren ist die einer zum Theil oxydirenden Flamme dargebotene Oberfläche grösser, als bei letzteren, und man kann der

Verschiedene Constructionen.

1) WAGNER, Bau und Betrieb der Gussflammöfen: Oesterr. Ztschr. 1857. S. 115, 188. — CORBIN-DESBOISSIÈRES' parabolischer Ofen: B. u. h. Ztg. 1860. S. 15.

Oxydation noch durch Umrühren des Eisens mit Krücke oder durch Zuleiten von Gebläsewind (Bd. I. Taf. V. Fig 122, 123) entgegen kommen. Hierbei entstehen aber imme leicht Versetzungen, reichlich Schaaleneisen und Verlust so dass man es meist vorzieht, lieber gleich die geeignete hinreichend reinen Roheisensorten möglichst rasch in Oefe der zweiten Art einzuschmelzen. Zur Verminderung de Schaaleneisenbildung trägt eine grössere Höhe der Feuer brücke bei, mit deren Wachsen aber die Temperatur auf den Herde abnimmt. Das noch unreine, theilweise entkohlte un theilweise verbrannte Schaaleneisen lässt sich nur schwierig verwenden.

Oefen mit Neigung nach dem Fuchs.

Bei Oefen mit Neigung nach dem Fuchs (Taf. IV Fig. 102—109) stellt man den auf Schotter und ein Gewölb gelegten Herd zweckmässig aus feuerfesten Ziegeln ode Quarzsand oder solchem, mit $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}$ Kokspulver vermengt her, welche letztere Composition (Mariazell) weniger wärme leitend, aber auch weniger dauerhaft ist und nach jede Schmelzung theilweise erneuert werden muss, während di ersteren Massen eine grössere Anzahl Schmelzungen aus halten. Wenngleich bei horizontaler Lage des Herdes ein gleichmässigere Temperatur im Ofen zu erzielen ist, so wen det man eine solche doch seltener (Eck'scher Gasweissofen wegen erhöhten Brennmaterialverbrauches an; bei zu starke Neigung verschlackt sich das in dünnern Strahlen in de Sumpf fliessende Eisen leichter und der an der Feuerbrück eingesetzte Theil kommt nicht mit dem bereits flüssig g wordenen Eisen in Berührung, wodurch sein Einschmelze verzögert und die Bildung von Schaaleneisen begünstigt wir Der Herd hat entweder eine gleichmässige Neigung od am untern Theil einen Sumpf (Taf. IV. Fig. 108), in we chem das Eisen mehr gegen Oxydation geschützt ist. Danac liegt die Abstichöffnung entweder an der Seite oder a Fuchs.

Die Dimensionen der Oefen (Bd. I. S. 518) richte sich hauptsächlich nach der Grösse der Eisencharge (20 b 200 Ctr., meist 50—90 Ctr.), nach der Beschaffenheit d Brennmaterials etc.; sie sind richtig getroffen, wenn in all Theilen des Ofens eine möglichst gleichmässige Temperat

herrscht. Schmilzt das Eisen am Fuchse früher, als an der Feuerbrücke, so ist ersterer zu gross; im entgegengesetzten Falle findet an der Feuerbrücke früher Schmelzung statt. Für viele Fälle genügende Verhältnisse sind: Querschnitt des Herdes zum totalen Rost 3—4 : 1, zur freien Rostfläche 6—7 : 1, der freien Rostfläche zum Fuchs 6—8 : 1, Tiefe des Herdes zur Länge 1 : 2 - 3 bei fetter und 2 : 3 bei magerer Steinkohle, Höhe der Feuerbrücke 4 — 12 Zoll (je höher, um so langsamer das Einschmelzen und je geringer die Oxydation des Eisens); Höhe der Esse 30 — 100 Fuss mit 12 — 24 Zoll Weite $= 60 + \frac{80}{5d-1}$, wenn d = der Weite; Flammloch von dem ungefähren Querschnitt der obern Schornsteinmündung und 0,4—0,5 der freien Rostfläche; Zwischenraum zwischen den Roststäben $\frac{3}{4}$—$1\frac{1}{2}$ Zoll. Nach WENIGER nimmt man den Querschnitt des Fuchses für Steinkohle, Braunkohle und Torf resp. $\frac{1}{5}$, $\frac{1}{7}$ und $\frac{1}{9}$ der freien Rostfläche.

Um 100 Pfund Roheisen stündlich mit Steinkohlen zu schmelzen, muss der Ofen ungefähr folgende Dimensionen [1]) erhalten: Herdsohle 4,32, totale Rostfläche 1,08, freie Rostfläche 0,65, Flammloch und obere Schornsteinmündung 0,26 bis 0,325, Fuchs 0,10 Q.-Fuss.

Um mit einer niedrigeren Esse auszukommen, bläst man wohl mittelst eines Ventilators Unterwind [2]) unter den Rost oder bringt einen Exhaustor an der Esse an. Bei Oefen mit Unterwind kann man die abgehende Flamme noch weiter verwerthen. Durch ein Späheloch in der Esse lässt sich die Temperatur beobachten.

CORBIN-DESBOISSIÈRES [3]) hat einen parabolischen Ofen mit Unterwind und Neigung nach dem Fuchse zu (Taf. IV. Fig. 108, 109) hergestellt, welcher sich durch die darin herrschende gleichmässige Temperatur auszeichnet. *a* Rost. *b* Zahnstangen. *c* Aschenfall. *d* Aschenfallthür. *e* Schürhaken. *f* Windzuführungsrohr, in den Aschenfall

1) Beispiel: HARTMANN's Eisengiesserei. 1863. S. 125.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 18. — Bgwfd. XIX. No. 7 (BOCCARD's Ofen).
3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 15.

mündend. *g* Schürlochsthüren, an Hebeln in Gabellagern *h* aufzuziehen. *i* Vorfeuerraum. *k* und *l* Eisenplatten. *m* Züge, mit *n* in Verbindung, zur Kühlung des Gemäuers. *o* Arbeitswalze vor der Arbeitsthür. *p* Hauptschmelzofen. *q* zum Sumpfe führendes Stichloch. *r* Thür mit Schauloch, zum Arbeiten im Sumpfe. *s* Thüren zum Raum *t*, in welchem die kleinen Fehlgüsse, welche zu schnell einschmelzen, in solcher Zeit eingeschmolzen werden, dass sie, durch die Canäle *u* fliessend, sich mit der Hauptmasse im Sumpf vereinigen. *v* Füchse.

Oefen mit Neigung nach der Feuerbrücke.

Bei den Oefen mit Neigung nach der Feuerbrücke zu (Staffordshireöfen, Taf. IV. Fig. 110 — 115), wie sie in Frankreich, England und auch in Deutschland gebräuchlich sind, schlägt man den Sumpf mit feuerfester Masse von Thon und Kohlenstaub aus und stellt den Einsatzherd oder die Bühne aus noch feuerfesterem Material her. In der Einsatzthür befinden sich mit Glas verschlossene Spähöffnungen von 1½ Zoll Weite und an der untern Kante derselben eine Oeffnung zum Einbringen einer Brechstange. Am tiefsten Puncte des Sumpfes ist ein Stich angebracht; man kann aber auch durch die Arbeitsöffnung schöpfen.

Seltenere Constructionen.

MAUDSLAY [1]) hat einen Ofen mit rotirendem Herd construirt, um die flüssigen Massen in Bewegung zu erhalten und dadurch schädliche Stoffe durch Oxydation leichter zu entfernen.

Ueber die Erfolge der Anwendung der von PETITPIERRE und LAVIGNE [2]) erfundenen Bequemöfen, eigentlich Schweissöfen, zum Umschmelzen des Roheisens ist nichts Näheres bekannt geworden. 4 Feuerungen mit Unterwind entlassen die Flamme löthrohrartig über Feuerbrücken auf einen Schmelzherd.

Beispiele.

Es mögen noch mehrere Beispiele für verschiedene übliche Ofenconstructionen folgen, und zwar

1) Oefen mit Herdneigung nach dem Fuchse.

1) Polyt. Centr. 1859. No. 11. — HARTMANN, Fortschr. 1860. III, 177.
2) Bullet. de la société de l'industrie minérale. I, 666. — Berggeist 1856. S. 208.

a) Ofen mit Holzfeuerung zu Mariazell[1]) (Taf. IV. Fig. 102, 103). *a* Herd, aus 2 Theilen Sand und gemahlenen rohen Gestellsteinen, 2 Theilen feinem Kohlenstaub und 1 Theil Lehm bestehend. *b* Rost. *c* Eintrageöffnung für grosse Stücke. *d* Arbeitsöffnungen. *e* Chargiröffnung, oben mit Schieberverschluss. *f* Stichöffnung. *g* Späheloch.

b) Ofen für Braunkohlenfeuerung zu St. Gerraud (Taf. IV. Fig. 104, 105). *a* Herd mit 3 Zoll Fall. *b* Rost. *c* Thüröffnung. *d* 13 Düsen von 8 Linien Durchmesser. *e* Arbeitsöffnungen. *f* Stichöffnung.

c) Ofen für Steinkohlenfeuerung zu Witkowitz (Taf. IV. Fig. 106, 107). *a* Herd. *b* Rost. *c* Arbeitsöffnung. *d* Stich. *e* Späheöffnung. *f* Esse, welche auf etwa 6 Fuss vertikal, dann 4 Fuss nahe horizontal und von hier ab 28 Fuss wieder vertikal geht, ohne Veränderung der Weite.

2) Oefen mit Herdneigung nach der Feuerbrücke (Staffordshireöfen).

a) Ofen mit Holzfeuerung zu Mariazell (Taf. IV. Fig. 110, 111). *a* Sumpf, aus feuerfester Masse und Kohlenstaub geschlagen. *b* Einsatzherd oder Bühne aus noch feuerfesterem Material. *c* Einsatzöffnung. *d* Esse. *e* Feuerungsraum. *f* Chargiröffnung mit Schieberverschluss. *g* Späheloch. *h* Fuchs. *k* Arbeitsöffnung. *m* Stich.

b) Steinkohlenofen zu Besançon (Taf. IV. Fig. 112, 113). *a* Feuerungsraum. *b* Sumpf. *c* Einsatzbühne. *d* Einsatzthür. *e* Fuchs. *f* Esse. *g* Stich.

c) Schmelzofen zu Lauchhammer (Taf. IV. Fig. 114, 115). *a* Sumpf. *b* Einsatzherd. *c* Feuerungsraum. *d* Einsatzöffnung. *e* Arbeitsöffnung. *f* Späheloch.

d) Schmelzofen in der Berliner Eisengiesserei[2]) von WÖHLERT (Taf. IV. Fig. 116, 117). *a* Sumpf. *b* Oeffnung, mit einer thönernen Vorsetzplatte verschlossen, welche am untern Ende den Stich, am obern eine Späheöffnung

1) Oesterr. Ztschr. 1857. S. 116.
2) Zeichnungen des Vereins Hütte. Jahrg. 1855. No. 15; 1854. No. 4; 1859. No. 5; 1861. No. 15 r.

enthält. *c* Einsatzöffnung. *d* Fuchs, nach unten i
Esse mündend.

Schmelzverfahren.

§. 42. Flammofenbetrieb. Wenn es irge
geht, setzt man zur Ersparung an Brennmaterial u
Verminderung des Abganges durch Schaaleneisenbildu
vorgewärmte Eisen in den rothglühenden Ofen, nan
wenn letzterer neu ist, wobei man, wenn kein gleichfl
und gleichartiges Material vorliegt, die kleineren i
sowie das leichtflüssige Eisen zu unterst, gröbei
strengflüssigere Stücke zu oberst bringt, um ein gle
siges Schmelzen zu erreichen. Die Stücke muss m

Oefen mit Sumpf an dem Fuchse.

Oefen mit nach dem Fuchse geneigtem
(Taf. IV. Fig. 102 — 109) auf dem Herde möglichst
mässig so aufsetzen, dass sie der Flamme den Du
gestatten, ohne den Querschnitt zu verbauen. Grosse
welche weniger Schaaleneisen, als kleinere geben ur
durch eine verlorne Arbeitsöffnung an der Rückwa
Feuerung oder am Herde eingesetzt werden, brin
der Feuerbrücke näher auf eine Unterlage von feu
Ziegeln. Beim Einsetzen des Eisens in den kalte
gewöhnlich bei grösseren Stücken, ist anfangs das I
nur wenig geöffnet und der Herd allmälig anzuv
um bei rauchiger Flamme die Oxydation des Eise
lichst zu vermeiden, und man gibt erst die volle Hi
bald der Ofeninhalt rothglühend geworden. Währe
Einschmelzens ist die Arbeitsthür fest verschlossen u
schürt immer nur wenig, aber öfters, indem durch
Handhabung der Schieber vor dem Schürloch der
tritt über den Rost möglichst beschränkt wird. Dur
Oeffnung in der Einsatzthür bringt man dann mittel
Brechstange die ungeschmolzenen Stücke auf einen
oder mit der geschmolzenen Masse in Berührung
sie von derselben aufgelöst werden. Bei rasche
schmelzen kann gebildetes Schaaleneisen mit zur
gebracht werden. Damit die Hitze gut durchdring
die Schlacke dünnflüssig, nicht schaumig sein und
pfiehlt sich in dieser Beziehung ein Glättezusatz (

Ist alles Eisen niedergeschmolzen und hat den erford
Grad der Dünnflüssigkeit und Hitzigkeit erhalten,

man dasselbe entweder in einen Sumpf und von da durch eine vorgelegte Stichplatte in die Form ab, oder, unter Zurückhaltung der Schlacke in der Abflussrinne durch eine Krücke, in einen mit feuerfestem Thon ausgestrichenen Kasten, welcher einen Ausguss oder am Boden eine mit einem Stangenhebel verschliessbare Oeffnung hat. Seltener wird das Metall bei geschlossenem Temper ausgekellt. Zuweilen hält man das Eisen noch einige Stunden flüssig, um dasselbe zu reinigen und für gewisse Verwendungen, z. B. zum Walzenguss, geeigneter zu machen. Schöpfproben, namentlich deren Farbe und Gefüge auf dem Bruche nach dem Erkalten, müssen Kenntniss von der Qualität desselben geben. Durch Umrühren des Eisens vor dem Guss wird es gleichförmiger. Bei Bestimmung der Einsatzmenge muss auf die Bildung von Schaaleneisen, den Eisenabbrand, den verlornen Kopf, die Rinnenausfüllung etc. Rücksicht genommen werden. Die Campagnendauer beträgt gewöhnlich 2—6 Stunden, der Eisenabgang je nach der Grösse der Güsse, der Dauer des Schmelzens, der Qualität des Eisens und Brennmaterials etc. 6 - 9% und mehr. Häufig stehen zwei Flammöfen unmittelbar neben einander (Doppelöfen, Taf. IV. Fig. 103) und werden dann gleichzeitig, wohl mit noch mehreren entleert, wobei aber, wenn die Oefen nicht richtig behandelt werden, die Dauer des Eisenschmelzen um einige Stunden differiren kann.

Nach dem Abstechen, welches selten durch ein Schöpfen ersetzt wird, werden die Schaalen vom Herd losgebrochen und die Oefen noch glühend von Neuem besetzt, insofern nicht nach jeder Campagne eine vollständige Erneuerung des Herdes erforderlich ist (z. B. zu Mariazell, wo der Herd aus 2 Theilen Sand und gemahlenen rohen Gestellsteinen, 2 Theilen feinem Kohlenstaub und 1 Theil Lehm besteht).

Beispiele.

Zu Mariazell[1]) (Taf. IV. Fig. 102, 103) besetzt man den Herd mit 60—80, durchschnittlich 75 Ctr. Geschützflossen von kaltem Winde, welche in Stücken von 6—12 Ctr. Gewicht durch die verlorne Oeffnung *a* vor die Feuerbrücke

1) Oesterr. Ztschr. 1857. S. 116, 188; 1858. S. 215.

auf feuerfeste Ziegel (Einsatzziegel) gestellt werden. Das Schüren mit gedarrtem Föhrenholz geschieht auf ein Signal des Schmelzers, welcher den Prozess durch das Spähloch c beobachtet, durch die Schieberöffnung *b*. Ist nach etwa 5½ Stunden Schmelzung eingetreten und Probe genommen, so wird abgestochen und das Eisen mittelst lehmausgeschlagener Rinnen und eiserner Sammelkästen mit Giessloch am Boden rasch in die aufrechtstehende Geschützform in der Dammgrube geleitet. Dann macht man sämmtliche Oeffnungen auf, kühlt den Ofen ab, entfernt die Rückstände aus demselben und erneuert den Herd. Bei 8% Abgang verbraucht man pro Ctr. Erzeugung 6—8 Cbfss. Holz.

In Belgien[1]) betrug bei mehreren Chargen der Kohlenaufgang auf 1000 Kil. Roheisen 490 Kil.; Schaaleneisenbildung 3,8%, Schlackenfall 6,93%.

Zur Gleiwitzer Eisengiesserei gingen im Jahre 1861 auf 1 Ctr. Gusswaaren 116,6 Pfd. Roheisen und 66,5 Pfd. Steinkohle; zur Saynerhütte auf 100 Pfd. Roheisen 88,97 Pfd. Steinkohle bei 8,14% Eisenabgang.

Zu St. Gertraud (Taf. IV. Fig. 104, 105) gibt man Einsätze von 60—70—85 Ctr. bei Braunkohlenfeuerung; die über die Feuerbrücke tretenden Gase werden durch Gebläsewind verbrannt, welcher mit 2 Linien Pressung aus 13 Düsen ausströmt. Auf 1 Ctr. Eisen gehen 75 Pfd. Kohlen.

Oefen mit Sumpf an der Feuerbrücke

Bei Oefen mit nach der Feuerbrücke geneigtem Herde (Taf. IV. Fig. 110—115) vertheilt man den Einsatz gleichmässig auf dem Herd, schmilzt ihn bei hoher Temperatur möglichst rasch in den Sumpf, bringt dann die theils gefrischten Rückstände in den Sumpf und sticht das vor Oxydation mehr geschützte Eisen ab. Es entsteht deshalb nur ein Abgang von 5—7% und man kann gegen die vorhergehende Methode gegen 25% an Brennmaterial sparen.

Beispiele.

Zu Creuzot[2]) verbraucht man auf 6000 Kil. (⅔ graues und ⅓ halbirtes) Roheisen während 5¼ Stunden 1050 Kil. Steinkohlen bei 5—7% Kalo.

In der Eisengiesserei von WÖHLERT in Berlin

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 17.
2) Oesterr. Ztschr. 1857. S. 116.

(Taf. IV. Fig. 116, 117) schmilzt man 50 Ctr. Gusseisen in 4½ Stunden und verbraucht auf 100 Pfd. davon 27—36 Pfd. Steinkohlen. Man setzt auf dem Werke auch 150 Ctr. auf einmal ein. [1])

Gebläseflammöfen.

Sollen aus grauem Koksroheisen Gegenstände gegossen werden, welche neben einem gewissen Härtegrad besondere Festigkeit erfordern (Walzen, Getriebräder, Kuppelungsmuffen etc.), so bedient man sich zur Erzeugung der erforderlichen Eisenqualität [2]) (häufig eines kohlenstoffarmen, körnigen Weisseisens, welches fester ist, als ein kohlenstoffreiches strahliges Weisseisen) wohl eines Gebläseflammofens, welcher, von Eck mit Gasfeuerung versehen, z. B. in Oberschlesien in Anwendung steht (B. I. S. 347, Taf. V. Fig. 122, 123). Man braucht diesen Ofen auch zur Reinigung des grauen Roheisens für das Puddeln, indem man den Oxydationsprozess weiter fortsetzt, und nennt dann das Product Weiss- oder Reineisen, während man das weniger oxydirte, für die Giesserei geeignete Material mit Halbreineisen bezeichnet. Der aus Sand auf einer hohlgelegten eisernen Eisenplatte 6 Zoll stark und mit geringem Fall nach der Abstichöffnung *q* zu aufgebrannte Herd *m* wird mit 30—40 Ctr. Roheisen besetzt, welches etwa in 3½ Stunden mit 3¾ Cbfss. Steinkohlen pro Stunde eingeschmolzen ist. Man rührt die flüssige Masse mit einem Haken durch, löst dabei Ansätze vom Herd ab, breitet etwa 5 Pfd. gepochten Kalkstein gleichmässig über das Bad und lässt Wind durch die Seitendüsen *l* zu, welcher die dünnflüssig gewordene Schlacke zurücktreibt und aufs Eisen oxydirend einwirkt. Man setzt von Zeit zu Zeit noch einige Schaufeln voll Kalk nach (etwa 1% vom Roheisen), rührt das Eisenbad öfters durch und überzeugt sich durch Schöpfproben von dessen Beschaffenheit. Zeigen dieselben einen hellgrauen oder schwachhalbirten dichten Bruch, so zieht man die Düse an der

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 52.

2) Ueber die Anwendbarkeit des im Gebläseflammofen gereinigten Roheisens zur Giesserei: Karsten, Arch. 2 R. XVII, 195; XX, 475; XXI, 512. — Bgwfd. XII. No. 1. — B. u. h. Ztg. 1843. S. 611; 1846. No. 39; 1847. S. 359, 814.

Stichseite zurück und sticht ab, wobei die Schlacke theilweise mit ausfliesst. Man verwendet das Eisen entweder direct zu Gusswaaren oder sticht es in Sandformen ab und setzt es andern schlechtern Eisensorten beim Umschmelzen zu [PRICE's und NICHOLSON's Methode[1])]. Hierauf wird der Stich erst mit Kokslösch, dann mit Sand geschlossen, der Herd geebnet, reparirt, die Formen geputzt und ein neuer Einsatz gegeben; nach 14tägigem Betriebe muss der Herd durch das aufgebrochene Herdloch gründlich von Schlacke gereinigt werden.

Bei Darstellung von Weisseisen fürs Puddeln setzt man den Prozess so weit fort, bis die Schöpfproben einen rein weissen, strahligen Bruch zeigen. Der Prozess dauert je nach der Raffinationszeit $3\frac{1}{2}$—5 Stunden bei 5—9% und mehr Abgang und einem Verbrauch von $1\frac{1}{2}$ Cbfss. Steinkohlen pro Ctr. Weisseisen.

Beispiel. Zur Gleiwitzer Eisengiesserei gingen im Jahre 1861 auf 1 Ctr. Feineisen bei 13,6% Abgang 115,7 Pfd. Roheisen und 1,06 Cbfss. = 33,4 Pfd. Kohlen; zur Königshütte war der Abgang 10,37%, der Kohlenverbrauch 1,46 Cbfss. und der Kalkverbrauch 1,06 Pfd.

Zweites Kapitel.

Förmerei.

Wesen der Förmerei. §. 43. Allgemeines. Die Kunst des Förmers besteht darin, in gehörig zubereiteten, weiter unten zu erwähnenden Formmassen einen hohlen Raum (die Form) von der Gestalt der darzustellenden Gusswaare zu bilden und diesen mit flüssigem Eisen auszufüllen. Dieses kann auf die Weise geschehen, dass man das flüssige Eisen durch mit etwas Fall versehene, in Formsand oder in mit Formsand überkleidetem Gusseisen hergestellte Rinnen unter Zurückhaltung der Schlacken direct in die Formen leitet (das Laufenlassen

1) DINGL. Bd. 141. S. 368.

beim Abguss grosser Gegenstände und bei der Herdförmerei), oder dasselbe in grössere Giesspfannen (Gabelpfannen, Schwingekessel) absticht, in diesen nöthigenfalls mit Krahnen zur Form transportirt und sie hier am Stiel, an einem Zapfen oder mittelst maschineller Vorrichtung dreht, oder das Eisen mit kleinen Kellen ausschöpft und zur Form bringt. Um den Eisenstrahl vertikal in die Form treten zu lassen, versieht man grosse Giesskessel am Boden durch ein mittelst Stangenhebels zu öffnendes Loch. MAUDLAY[1]) hat eine Verbesserung an den Giesspfannen angebracht, wobei die Schlacke nicht mit in die Form treten kann.

A. Materialien und Geräthschaften zur Förmerei.

§. 44. Formmassen. Die richtige Qualität der Formmassen ist für die Giesserei von grosser Wichtigkeit und es müssen dieselben je nach der Beschaffenheit des zu erzeugenden Gussstückes verschiedene Eigenschaften haben. Man stellt an ein gutes Formmaterial nachstehende Anforderungen: dasselbe muss bei der Temperatur des flüssigen Roheisens umschmelzbar sein und keine gasförmigen Bestandtheile (z. B. Kohlensäure, Schwefelverbindungen) entlassen, hinreichende Feinheit, Plasticität und Widerstandsfähigkeit besitzen, darf nicht am Eisen anbrennen und muss nach Erforderniss die Wärme möglichst wenig oder in einem gewissen Grade leiten.

Eigenschaften.

Als solche Materialien wendet man hauptsächlich an:

1) Magern Sand, Quarzsand mit einer gewissen Menge Thon, um mit Wasser angefeuchtet hinreichende Bindekraft zu haben und beim Eingiessen des Eisens in die ungetrockneten Formen zu stehen (Giessen in grünem, nassem oder magerem Sand). Dabei muss der Sand so locker sein, dass gebildete Gase und Dämpfe entweichen können. Solcher Sand findet sich entweder schon fertig in der Natur (z. B. zerfallener Sandstein) oder muss durch Vermengen von thonerdereicherem fetten Sand oder Thon mit sehr magerem, zu thonerdearmem (z. B. Flugsand, Flusssand) hergestellt werden.

Magerer Sand

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 256. DINGL. Bd. 167. S. 120.

Die ausgezeichneten Berliner Formsande[1]) kommen z. B. aus der Braunkohlenformation und aus Diluvialgebilden der Mark, aus der Wettiner Steinkohlenformation und aus England. Ein Eisenoxydgehalt schadet nicht, wohl aber ein grösserer Kalkgehalt, welcher Frittung und Gasentwicklung veranlasst. Durch gewisse Zusätze (Mehl, Oel, Syrup, Bierhefe etc.) kann man zu mageren Sand fetter und zu fetten z. B. durch Kienruss, Kohlenpulver etc. oder durch Brennen magerer machen. Ein Gemenge von frischem Sand mit $1\frac{1}{2}$—4 Theilen schon gebrauchtem und $\frac{1}{15}$ — $\frac{1}{20}$ Kohlenpulver ist poröser und weniger Wärme leitend, als frischer Sand allein.

Die Qualität des Formsands hängt, wie Karmarsch[2]), Benningsen - Förder und Reinhardt[3]) neuerdings nachgewiesen haben, weniger von seiner chemischen Zusammensetzung, als seiner physikalischen Beschaffenheit ab, ob die Körner rund, scharfeckig, schuppig etc. sind, ob sie gleiche oder verschiedene Grösse besitzen etc. Es muss deshalb, wie von Karmarsch geschehen, zur Prüfung eines Formsandes neben Ermittlung seiner Zusammensetzung derselbe mikroskopisch untersucht, durch Schlämmen das Verhältniss von groben, mittelfeinen und feinen Theilen ermittelt und durch Anmachen mit Wasser die Bindekraft erforscht werden. Es lassen sich nach der chemischen Zusammensetzung allein, wie von Elsner[4]), Avery[5]) u. A. vorgeschlagen, keine Sandcompositionen richtig machen, da

rnig erscheinen, sich zwischen den Fingern scharf anfühlen sen, ohne den Character des Mauersandes zu haben, auf nkles Papier gestreut staubfrei erscheinen und mit 10—20% asser befeuchtet, sich ballen lassen, ohne breiig zu wern und zu leicht zerdrückbar zu sein. Zu Mariazell[1]) t man einige Zeit gaare, nicht rohe Hohofenschlacken pocht und mit Thon vermengt als Formsand benutzt, nach JER's[2]) auch Frisch- und Puddelschlacken; diese Materiaen sind aber zu schmelzbar.

Die Vorbereitung des Sandes zum Formen besteht in inem Zerkleinern durch Menschenhände, Mahl-,[3]) Poch- oder Walzwerke, Trocknen und nachheriges Sieben bis zur erorderlichen Korngrösse. Zubereitung.

Die Zusammensetzung einiger Formsande ist folgende: Analysen.

	$\ddot{Si}$	$\overline{Al}$	$\overline{\overline{Fe}}$	$\dot{Ca}$	$\dot{Mg}$	$\dot{K}\dot{Na}$	$\dot{H}$	Quarz
itte am Harz [4])	10,00	2,11	2,53	Spr.	—	Spr.	2,68	81,61
ütte am Harz [4])	12,62	3,05	2,64	0,50	—	„	2,65	77,46
hütte am Harz rn[4]) . . .	11,99	2,78	3,77	0,73	--	—	1,73	76,01
hütte am Harz rn[5]) . . .	10,47	4,15	2,09	-	—	--	1,49	80,33
rg am Harz [6])	79,02	13,72	2,40	—	0,71	4,58	—	—
d. SAUER-	86,68	9,23	3,42	0,69	—	—	—	—
gham. Ders.[7])	87,6	7,7	3,6	0,96				
rger Eiseng. se[7]). . . .	90,25	4,1	5,51	0,23				
l. Berlin. KAMP-)	92,083	5,415	2,498	Spr.				
ster. Ders.[8])	92,913	5,850	1,249					
				$\dot{Ca}\ddot{C}$				
I. IWANOW[9]) .	77—83	7,7 bis 8,2	2,8 bis 4	0,8 bis 10,2	0,38 bis 0,73	3,17 bis 5,78	2,4 bis 3,4	

1) Oesterr. Ztschr. 1858. S. 236.
2) Polyt. Centr. 1863. S. 619. B. u. h. Ztg. 1863. S. 304.
3) Polyt. Centr. 1858. S. 244.
4) B. u. h. Ztg. 1857. S. 198.
5) B. u. h. Ztg. 1859. S. 60.
6) PERCY's Metallurgy. I, 239.
7) B. u. h. Ztg. 1863. S. 138.
8) Ann. d. min. 4 sér. VIII. p. 689.
9) Oesterr. Ztschr. 1852. S. 403.

se. 2) Fetter Sand, Masse. Findet sich entweder in de Natur oder wird aus Thon und magerem Sand zusammengesetzt. Die daraus hergestellten Formen werden getrockne oder auch wohl scharf gebrannt. [1])

ehm. 3) Lehm, mager und fett, zur Lehmförmerei und z Kernen. Wird getrocknet, zerstampft, gesiebt, mit Wasse angefeuchtet, durchgeschlagen oder getreten oder mittels Maschinen geknetet, bis er fein und ganz steif ist, dann zu Auflockerung Pferdemist, Kuhhaare, kurz geschnittene Stroh etc. durch Treten eingemengt.

quillen. 4) Gusseiserne Formen (Coquillen, Patronen Kapseln, Schaalen), wenn dem Gegenstand durch schnel lere Abkühlung eine oberflächliche Härtung ertheilt werde soll. Je dicker die Schaalenwände (3—8 Zoll Fleischstärke um so stärker die Härtung. Die mehr oder weniger anzu wärmenden Formen sind mit Graphit oder Steinkohlenthee ausgestrichen, zur Verminderung des Springens an den Ende mit Kränzen versehen und werden am besten durch überzogen eiserne Ringe zusammengehalten. BENTAL [2]) lässt in hohle Schaalenwänden kalte Luft oder Wasser circuliren; SHANKS und PETERS [4]) erzeugen Kugeln und Röhren in rotirend eisernen Hohlformen mittelst Centrifugalguss. HOLME wendet zum Anwärmen der Formen überhitzten Was dampf an und PASSET [6]) bedient sich statt der theu Coquillen zum Härten der Güsse überhitzten Wasserdam allein.

Kohlenstaub. 5) Kohlenstaub, wird theils zum Bepudern Glätten der Formen, theils zur Versetzung des Sande gewandt, um diesen lockerer und weniger wärmeleite machen. ROUY [7]) empfiehlt statt des Kohlenstaubes Bepudern Kartoffelnstärke.

1) DINGL. Bd. 131. S. 432.
2) DINGL. Bd. 131. S. 434.
3) HARTMANN, Fortschr. III, 181.
4) B. u. h. Ztg. 1856. S. 421.
5) B. u. h. Ztg. 1859. S. 410.
6) B. u. h. Ztg. 1857. S. 50.
7) Oesterr. Ztschr. 1855. S. 119.

Die Zerkleinerung der Kohle geschieht zu diesem Zwecke durch Mahlen, Pochen oder in um die Axe bewegten Kugeltonnen.[1])

Formen mit u. ohne Modelle.

§. 45. Modelle und Kerne. Die hohlen Formen werden, wo kein Schaalenguss stattfindet, entweder durch Eindrücken von Modellen in das Formmaterial und nachheriges Herausnehmen derselben erhalten oder der Förmer bildet die Form ohne Modell. Man formt mit Modellen, wenn viele Stücke derselben Art anzufertigen sind, dagegen ohne solche, wenn man nur wenige zu machen hat und die Modellkosten zu gross sind, z. B. Zahnräder[2]), Röhren[3]), oder wenn man schneller arbeiten will, z. B. bei Herstellung von hohlen Gefässen, Hohl- und Vollgeschossen[4]). In letzterem Falle wendet man zuweilen, z. B. beim Formen grosser Zahnräder, maschinelle Vorrichtungen an (DE LOUVRIÉ's und JACKSON's Maschine[5]), sowie auch Maschinen zum Ausheben grosser Modelle aus Sand in Anwendung gebracht sind [DE BERGUE's[6]) Maschine, JOBSON's Maschine[7]) für Schienenstühle].

Zuweilen muss die Form da ausgefüllt sein, wo der geformte Gegenstand einen hohlen Raum bildet. Man nennt dann die massiven Ausfüllungen der Form Kerne.

1) Modelle. Dieselben müssen

Modelle.

a) sich ohne Verletzung der Form aus dem Formmaterial herausnehmen lassen und zu diesem Zwecke gehörig verjüngt, richtig getheilt, trocken und glatt sein;

b) das Gussstück in vorgeschriebenen Dimensionen und Gewicht liefern. Da das Gusseisen schwindet (S. 30), so muss das Modell unter Berücksichtigung des Schwindmasses[8])

---

1) B. u. h. Ztg. 1847. S. 230.
2) HARTMANN, Fortschr. VI, 206. — DINGL. Bd. 131. S. 430. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 76.
3) HARTMANN, Fortschr. ibid.
4) B u. h. Ztg. 1857. S. 85.
5) Leoben. Jahrb. 1857. VI, 302. — Oesterr. Ztschr. 1863. S. 285.
6) Leoben. Jahrb. 1861. VI, 303.
7) B. u. h. Ztg. 1857. S. 127.
8) Bgwfd. XII, 447. — Mittheilungen des Hannov. Gew.-Ver. 1853. Hft. 4; 1854. Hft. 1. — DINGL. Bd. 132. S. 392. — B. u. h. Ztg. 1854. S. 101. — MÄURER, Mass- und Gewichtsverh. der Roh- und Zwischenproducte beim Puddeln. Stuttg. 1861. S. 146.

($^1/_8$ Zoll auf 1 Fuss oder $^1/_{96}$) grösser gemacht werden, als der Gegenstand. An Puncten, wo letzterer durch mechanische Bearbeitung noch geschwächt wird, ist das Modell zu verstärken. Zur Bestimmung des ungefähren Gewichtes eines in Eisen abzugiessenden Gegenstandes müssen nach KARMARSCH[2]) Modelle von Tannenholz mit dem 14-, Eichenholz 9-, Buchenholz 9,7-, Birkenholz 13,4-, Erlenholz 12,8-, Messing 0,84-, Zink 1-, Zinn 0,89-, Blei 0,64- und Gusseisen 0,97fachen ihres Gewichts multiplicirt werden. Bezeichnet *m* das Modellgewicht, *n* das spec. Gewicht seiner Materie, *p* das spec. Gewicht der Materie des Gussstücks, so ist das Gewicht des letzteren $\frac{p\ m.}{n}$ Die zu Veckerhagen ermittelten Zahlen sind etwas grösser als die vorstehenden;

c) aus einem passenden Material angefertigt sein, und zwar verwendet man dazu:

α. Holz, am besten der leichten Bearbeitung und des geringern Schwindens nach der Quere wegen trocknes Ellern-, Kiefern-, Kastanien-, Pflaumen- und Ahornholz. Man setzt wohl, um das Werfen der Modelle zu verhüten, dieselben aus einzelnen Stücken mit abwechselndem Lauf der Holzfasern zusammen. Dieselben werden entweder polirt oder geölt oder mit Schellackfirniss abgerieben. Etwaige Vertiefungen gleicht man mit einem Kitt aus 50 Harz, 40 spanischem Weiss, 7 Talg, 3 gelbem Wachs und 50 – 60 weissem Pech aus.

Wenngleich wohlfeil, so lassen hölzerne Modelle keine genaue und dünne Abgüsse zu. Sie dürfen an nicht zu feuchten und nicht zu heissen Orten aufbewahrt werden.

β. Metall, Gusseisen am häufigsten, dann Messing, Kupfer, Zink, Legirungen von Blei und Zinn für Gegenstände, welche häufig gegossen werden sollen und einen dünnen und scharfen Guss von bestimmten Dimensionen erfordern.

γ. Gyps, selten, meist nur zur Herstellung von Wachsmodellen; bei directer Verwendung werden Gypsmodelle mit Leinölfirniss getränkt.

1) Mittheil. d. Hannov. Gew.-Ver. 1854. Hft. 1. S. 38.

δ. Wachs, bei complicirten Gegenständen in der Kunstförmerei, wo in Gypsformen Wachsmodelle gegossen und mit feiner Thonmasse überzogen werden. Sie bestehn entweder aus einem Ganzen oder sind aus einzelnen Theilen zusammengefügt und werden demnächst aus der Form behutsam ausgeschmolzen.

ε. Thon, beim Kunstguss.

Kerne.

2) Kerne, welche entweder aus freier Hand oder in Formkästen (Kernkästen) oder mittelst Kerndrücker[1]) (Kernpressen) aus Sand, Masse oder Lehm hergestellt und bei letzteren beiden Materialien getrocknet werden. Manche kleine Kerne richtet man aus Lehm über hölzernen, mit Stroh umwickelten Spindeln her, welche später nach dem Schwärzen und Trocknen herausgezogen werden; grössere erhalten eiserne, mit Strohseilen umwundene Spindeln oder Laternen oder werden von Ziegeln hohl aufgemauert. Neben der Spindel liegt wohl ein Draht, den man demnächst herauszieht, um einen Luftcanal zu bilden. Nicht ohne Schwierigkeiten ist zuweilen die Befestigung der Kerne in den Formen, welche von dem flüssigen Eisen nicht in ihrer Lage verändert werden dürfen. Zur Abführung der Feuchtigkeit und sich entwickelnder Gasarten werden in die Kerne mit Räumnadeln Canäle, Windpfeifen, gestochen. An dem Hauptmodell sind da, wo demnächst zur Bildung von Höhlungen Kerne eingelegt werden müssen, hervorspringende Theile (Kernmarken) von dem Querschnitt der Höhlungen angebracht, welche dann in der Form Vertiefungen zur Auflage der Kernenden bilden.

Zuweilen werden Höhlungen auch ohne Kerne durch passende Einrichtung des Modelles hergestellt, z. B. bei Schienenstühlen.[2])

§. 46. Apparate, Vorrichtungen und Werkzeuge. Als die wichtigsten hierher gehörigen Gegenstände sind zu merken:

Dammgruben.

1) Die Dammgruben, unweit des Ofenherdes in der Hüttensohle ausgegrabene, ausgemauerte oder mit eisernen

[1]) Polyt. Centr. 1859. No. 9. — Hartm., Fortschr. III, 179.

[2]) Hartm., Fortschr. IV, 177.

Platten ausgesetzte Gruben zur Aufnahme von grossen, in vertikaler oder geneigter Lage abzugiessenden Gegenständen. Kommt die Anfertigung solcher Gussstücke seltener vor, so gräbt man wohl in jedem besonderen Falle das bei Anlage der Hütte aufgelockerte Erdreich aus und ebnet nach geschehenem Abguss und herausgenommener Form die Vertiefung wieder. Gemauerte Dammgruben versieht man an den Wandungen wohl mit kleinen, ins Mauerwerk gelegten Feuerungen. Sehr grosse Dammgruben legt man zuweilen ausserhalb der Hütte[1]) und senkt bei sumpfigem Terrain deren Rundmauer auf ein umgekehrtes Kugelgewölbe.

Nach dem Einsenken in die Dammgrube wird die Form häufig noch mit Sand fest umstampft (eingedämmt) und mit Gewichten beschwert, damit sie von dem flüssigen Eisen nicht gehoben wird. Bei einer solchen Zurichtung sind von der Form nur die Eingussöffnungen und die Windpfeifen sichtbar. In erstere muss das Eisen mit einer gewissen Geschwindigkeit einfliessen, damit dasselbe weder erstarrt, noch die Form verletzt, und in einem ununterbrochenen Strome eingeleitet werden, wobei man die Schlacke gehörig zurückhält. Vor die Windpfeifen pflegt man beim Giessen brennendes Stroh zu halten, um die entweichenden Gasarten zu entzünden, damit sie sich nicht anhäufen. Damit sich alle Theile der Form möglichst schnell füllen, bringt man bei grösseren Sachen mehrere Eingüsse an, und zwar so, dass durch das Anschlagen des Eisens die Form nicht beschädigt wird.

Bei zu kleinem Einguss erstarrt das Eisen zu schnell, bei zu grossem wird Luft mit in die Form gerissen, derselbe lässt sich schwierig abschlagen und wird zuweilen abgedreht.

Die Eingüsse sind entweder so angebracht, dass sich die Form von oben füllt oder nach Art communicirender Röhren in der Weise, dass das Eisen durch einen Canal von unten in die Form tritt und in dieser in die Höhe steigt (Giessen mit Steigrohr). Letztere Methode wird

1) Hartmann, Eisengiesserei. 1863. S. 180.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 33.

besonders dann angewandt, wenn der Guss recht dicht werden soll und wenn man fürchtet, dass das von oben einströmende Eisen etwas von der Form wegwäscht. Dabei muss der Einguss immer höher liegen, als die Form, damit das in ersterem befindliche flüssige Eisen die hohlen Räume ausfüllen kann, welche beim Erstarren desselben in der Form entstehen. Die festesten Theile des Gussstückes müssen zu unterst gegossen werden (z. B. bei Kanonen die Pulverkammer) oder wenn dies, wie bei grossen Kesseln, nicht angeht, so muss man einen hohen Aufguss (verlorner Kopf) geben. Dieser wird dann entweder abgeschlagen oder, wie bei Geschützen und Walzen, abgedreht.

Die Geschütze werden seltener direct aus dem Hohofen [Schweden [1]] gegossen, als aus dem Flammofen (Mariazell [2]), Lüttich [3]) etc.) und dann entweder in Masse (z. B. Mariazell) oder in Lehm (Schweden) geformt. Das Eisen dazu muss eine besondere Festigkeit besitzen. [4]) Walzen giesst man stehend in Coquillen [Malapane [5]), Mariazell [6])] oder in Lehmformen [Belgien [7]), Frankreich [7]), Banat [7])]. Das Giessen geschieht entweder direct aus dem Hohofen [Malapane, Gmünd [8])], indem man auf Erzeugung des betreffenden Eisens besonders setzt [9]), oder aus Flamm- oder Kupoloöfen.

Trockenkammern.

2) Trocken- oder Darrkammern, meist niedrige, leicht zugängliche Gewölbkammern mit eisernen Schieb- oder Flügelthüren zum Trocknen der Formen, welche entweder an deren Wänden auf Gerüsten und Ständern aufgestellt sind oder auf Wagen ruhen. Der Transport grösserer Formen geschieht auf Rollwagen oder auf

1) Tunner, das Eisenhüttenwesen in Schweden. 1858. S. 36. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 269.
2) Oesterr. Ztschr. 1858. S. 245.
3) Dingl. Bd. 129. S. 313. — B. u. h. Ztg. 1852. S. 561. — Karst., Arch. 2 R. XXV, 682.
4) Zusammensetzung und Festigkeit des Kanoneneisens: Polyt. Centr. 1857. S. 664. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 365.
5) Berggeist 1860. No. 99. — Hartmann, Fortschr. IV, 179.
6) Leoben. Jahrb. 1861. X, 490. — Oesterr. Ztschr. 1857. S. 188.
7) Ibid. S. 487.
8) Oesterr. Ztschr. 1861. No. 36.
9) Berggeist 1860. No. 99.

Schienenbahnen oder mittelst feststehender Krahne oder Flaschenzüge, an einem Wagen befestigt, der sich auf einer oben im Hüttengebäude befindlichen Schienenbahn bewegt. Die Erwärmung der Kammern bewirkt man entweder durch von aussen geheizte eiserne oder thönerne Oefen, durch circulirende Röhren, durch freies Glühe- oder Flammenfeuer, welches auf Rosten unterhalten wird, oder durch die Ueberhitze von andern Oefen [1]), wo dann immer für den Abzug der feuchten Luft durch kleine Zugessen, welche in einiger Entfernung über dem Boden münden, gesorgt werden muss. KELLER [2]) benutzt Kohlen- und Koksklein zum Trocknen der Kerne etc.

Reicht die Hitze der Darrkammern nicht aus oder sind die Gegenstände nicht wohl transportabel, so werden sie am Orte ihrer Aufstellung mit Kohlenfeuer umgeben.

Werkzeuge.

3) Werkzeuge der Förmer, wohin unter anderen gehören:

a) Formkasten, Form- oder Giessladen von verschiedener Grösse und aus Holz oder Eisen, neuerdings auch aus Walzeisen [3]) gefertigt. Sie dienen zum Zusammenhalten der Formmassen und können je nach der Beschaffenheit des Modelles ein- oder mehrtheilig sein. Sie müssen haltbar, zweckmässig getheilt und nicht zu gross sein, um möglichst an Formsand zu sparen.

b) Spindeln, Laternen, Armaturen, welche dazu dienen, hauptsächlich den Kernen grösseren Halt zu geben. Ersteres sind massive Eisenstangen, die Laternen sind hohl und mit Löchern versehen, durch welche die entwickelten Gase entweichen können; Armaturen sind eiserne Stäbe, die man zum Zusammenhalten unregelmässiger Kerne anwendet.

c) Formbänke nebst Modellbrettern zum Aufstellen der Formladen, Stampfer von Holz, Eisen oder Blei mit oblonger und runder Bahn, Abstreicher von Eisen oder

1) Benutzung der Hohofengase: B. u. h. Ztg. 1860. S. 313, 371. — DINGL. Bd. 154. S. 100.

2) B. u. h. Ztg. 1855. S. 232.

4) HARTMANN, Fortschr. VI, 205.

Holz, **Streichbleche** von der verschiedensten Gestalt zum Putzen der Formen, diverse **Spatel**, **Streichbretter** und **Glätter** von Holz, Gusseisen oder Messing, **Räumnadel**, hölzerne und eiserne **Hämmer**, **Blasbalg**, **Puderbeutel**, **Siebe**, **Bürsten**, **Pinsel**, **Giesskellen**, **Giesspfannen**, **Drehtische** für die Gussform[1]) etc.

Transportmaschinen.

§. 47. **Maschinelle Vorrichtungen.** Hierher gehören hauptsächlich **Dreh- und Laufkrahne mit Flaschenzügen**, um schwere Gegenstände zu heben und an verschiedene Puncte des Gebäudes zu transportiren, z. B. die Formen in die Dammgrube, das Gussstück aus derselben, die Formen auf Wagen behuf deren Transport in die Trockenkammern etc.

B. Formmethoden.

Formmethoden.

§. 48. **Allgemeines.** Nach der Verschiedenheit der angewandten Formmassen lassen sich nachstehende Formmethoden unterscheiden: **Magere Sandförmerei**, und zwar **Herd- und Kastenförmerei**, ferner **Massenförmerei**, **Lehmförmerei**, **Kunstförmerei** und **Schaalenguss**.

Anwendbarkeit.

§. 49. **Magere Sandförmerei.** Dieselbe wird, als die am leichtesten und wohlfeilsten auszuführende Methode angewandt, wenn es die Beschaffenheit des Eisens und das Ansehen der Gusswaaren gestattet. Weil der Formsand, um zu stehen, stets feucht angewandt werden muss, so schreckt sich das Eisen auf der Oberfläche leicht ab, wird hart und lässt sich dann nur schwierig mit Bohrer und Feile bearbeiten. Am wenigsten wird das bei strengflüssiger Beschickung in engen hohen Gestellen erzeugte graue Eisen abgeschreckt.

Die Sandgiesserei ist anwendbar bei nicht zu grossen Formen, welche dem Druck des Eisens widerstehen, bei Formen, welche nicht zu viel Kerne oder freistehende Verzierungen, die leicht wegbrechen, enthalten, sowie bei Gussstücken, welche nicht der grössten Weichheit bedürfen.

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 248.

Je nach der äussern Gestalt des abzugiessenden Stückes kommt entweder Herd- oder Kastenförmerei in Anwendung.

Herdförmerei.

1) Die Herdförmerei besteht darin, dass man einfache, vorzüglich flache Modelle, die entweder ganz eben oder nur auf der einen Seite verziert oder mit Oeffnungen versehen sind, in lockern, mit Kohlenstaub, Koks- oder Steinkohlenpulver versetzten und angefeuchteten Formsand drückt, welcher auf dem Herde, d. h. dem zur Förmerei bestimmten Theil der Hüttensohle vor oder neben dem Schmelzofen, ausgebreitet ist. Nachdem das Modell mittelst Lineals und Setzwaage in eine horizontale Lage gebracht und der Einguss vollendet, auch Raumlöcher gestochen und die Sandränder mit Wasser benetzt sind, wird das Modell ausgehoben, die Form nachgeputzt, dann mit Kohlenstaub bepudert, geglättet und, nachdem das Modell nochmals eingelegt, direct aus dem Schmelzofen oder mittelst Kellen oder Giesspfannen mit flüssigem Eisen gefüllt. Damit ein Ziehen des Gussstückes nicht eintritt, wird dasselbe bis zur hinreichenden Abkühlung mit Kohlenstaub und Sand bedeckt[1]) oder mit beschwerten Platten gerade gehalten.

Beispiele für diesen sogenannten offenen Herdguss liefert das Einformen von Stubenofenplatten, die gewöhnlich auf einer Seite verziert oder mit Oeffnungen versehen sind, ferner die Darstellung von Zahnrädern, Gänzen, Blattln, Würfeleisen etc. für den Kupolofenbetrieb und das Frischen etc.

Soll auch die obere Seite eines Gegenstandes mit Verzierungen versehen werden, so wendet man den verdeckten Herdguss an, welcher darin besteht, dass man auf die in der vorherigen Weise erzeugte geneigte Form einen Rahmen mit Gitterwerk deckt, welcher, mit fettem Sand beschlagen, die Verzierungen enthält. Auch wendet man wohl seitliche Deckplatten an (Formen am Leisten). Zuweilen müssen getrocknete Kerne in die Form eingesetzt wer-

1) Hagen, über die Beeinträchtigung der Haltbarkeit gusseiserner Gegenstände durch ungleichmässige Abkühlung derselben. Notizblatt d. Hannov. Architect. u. Ing. Ver. III, 57.

den, z. B. Zahnlückenkerne bei gezahnten Rädern (S. 387), weil das Eisen beim Einfliessen in die Form die lockeren Sandkerne leicht zerstören würde. Einzelne Kerne hält man wohl durch Eisenstäbe nieder.

Sollen die Gegenstände an ihrer Oberfläche hart werden, z. B. Ambösse, Hämmer, Pochsohlen etc., so legt man an die betreffende Stelle der Form mit Kohle geschwärztes Eisen, welches zur raschen Abkühlung, zum Abschrecken des Gussstückes an dieser Stelle beiträgt, womit immer ein Härterwerden verbunden ist.

Kastenförmerei.

2) Die Kastenförmerei wird angewandt bei Gegenständen von der verschiedensten Form, wo ein einfaches Ausheben des Modelles, wie bei der Herdförmerei, nicht möglich ist. Die Grösse und Form, sowie die Mehrtheiligkeit der Kästen richtet sich ganz nach der Beschaffenheit des Modelles und es kommt dabei ganz besonders auf eine richtige Theilung desselben an.

Der Formsand muss feiner und etwas fetter sein, als bei der Herdförmerei, und beim Einstampfen desselben ist besonders darauf zu sehen, dass nicht zu nahe am Modell gestampft wird, weil sonst der Sand zu dicht wird und die entstehenden Gase nicht entweichen können (das Eisen kocht). Windpfeifen sind gehörigen Orts anzubringen.

Hohle Gegenstände erfordern Kerne, welche entweder aus Lehm oder Sand bereitet und scharf getrocknet werden oder nass bleiben. Damit sich der Sand vom Eisen gut ablöst, bestreicht man die getrockneten Sandkerne mit einer Schwärze. Zum Ablösen des in einem Theil eines Kastens eingestampften feuchten Sandes von dem in einem andern Theil befindlichen Sand bepudert man die Berührungsflächen mit trocknem Sand. In Folge verschiedenen Schwindens entsteht eine Spannung und ein Werfen der Gussstücke, durch Belastung, längeres Bedeckthalten mit Sand, Verstärkungen am Modell etc. zu verhüten.

In zweitheiligen Laden werden z. B. geformt: massive Gegenstände, Cylinder, Kugeln, Gitter, Zahnräder und dergl., in mehrtheiligen z. B. Röhren, Töpfe, Kessel, Mörser.

Anwendbarkeit.

§. 50. Massenförmerei. Dieselbe wird für grössere Gegenstände angewandt, wo magerer Sand nicht stehen würde, oder auch bei kleinen Gegenständen, um deren Verzierungen feiner und schärfer auszudrücken. Weil die Form stets scharf getrocknet werden muss, so bedient man sich eiserner Laden, in welchen die Masse, zum Unterschiede von der Sandförmerei, ganz fest gestampft wird. Die Schwärze zum Ueberstreichen der getrockneten Formen besteht aus Leimwasser oder Bierhefe, Weizenmehl und Kohlenstaub, welche zusammen gekocht werden, oder aus Thonwasser und Kohlenstaub.

Nach dieser Methode formt man z. B. lange Röhren, grosse Cylinder, Geschütze, Medaillen, Verzierungen, kleine Luxusartikel etc.

Anwendbarkeit.

§. 51. Lehmförmerei. Dieselbe unterscheidet sich vor den vorigen Arten der Förmerei dadurch, dass zur Darstellung der Formen keine Modelle, sondern Chablonen angewandt werden und immer erst die Herstellung der innern Form stattfindet. Die Lehmförmerei wird besonders nur für Kerne von Röhren und hohle Gegenstände in solchen Fällen angewandt, wenn die Anfertigung eines Modells zu kostspielig und die Grösse des Gussstückes so bedeutend ist, dass ein Transport der Formkasten und Kerne zu schwierig sein würde, z. B. bei grossen Kesseln, Glocken, Geschützen (S. 391) etc. Durch Einführung der Massenförmerei ist die Lehmförmerei auf den Eisenhütten sehr beschränkt worden.

Verfahren.

Das Verfahren bei Herstellung einer Lehmform ist im Allgemeinen folgendes: Zunächst wird der Kern bei kleinen Gegenständen um eine Spindel aus freier Hand oder auf der Drehscheibe mittelst Chablonen angefertigt; bei grösseren besteht die Grundgestalt aus Mauerwerk, welches mit Lehm überkleidet wird und durch Chablonen, die sich um die Axe des Kernes drehen, die gehörige Form erhält. Die äussere Gestalt des Kernes bestimmt demnächst die innere Form des Gussstückes. Der Kern wird durch ein in der Dammgrube angemachtes Feuer getrocknet, dann mit einer Mischung von Asche und Wasser oder Bier überstrichen (das Aschen des Kernes), der Anstrich getrocknet und auf demselben von feinem Lehm die Eisenstärke (Hemd, Modell,

Dicke) nach der Chablone oder aus freier Hand aufgetragen, diese geascht und getrocknet. Darauf kommt, aus dem feinsten Lehm zubereitet, der Mantel, welcher allmälig ausgetrocknet wird. Ist dieses geschehen, so wird derselbe im Ganzen nach oben oder in einzelnen Stücken seitwärts abgezogen, das Hemd weggenommen, Kern und Mantel geputzt, gebrannt und geschwärzt, dann der Mantel an den Kern gesetzt, die Nähte verschmiert, der Mantel mit Draht umwunden (armirt) und die ganze Form bei grösseren Gegenständen eingedämmt. Man wendet gewöhnlich das Giessen mit dem Steigrohr (S. 390) an.

Anwendbarkeit.

§. 52. Kunstförmerei. Sie beschäftigt sich sowohl mit der Darstellung grosser Statuen und Kunstwerke, als auch kleiner Gegenstände, Verzierungen etc., und ist entweder eine modificirte Lehm- oder Kastenförmerei.

Verfahren.

1) Die Kunstförmerei als eine modificirte Lehmförmerei unterscheidet sich von letzterer darin, dass man das Hemd aus Wachs bestehen lässt, welches demnächst aus der Form ausgeschmolzen wird, und zwar geschieht dies in solchen Fällen, wo der Mantel, ohne die Form zu lädiren, sich nicht abziehen lässt. Gewöhnlich besteht das Hemd aus mehreren Wachstafeln, welche mit grosser Genauigkeit an einander gefügt werden.

2) Die Kunstförmerei als eine modificirte Kastenförmerei wird gewöhnlich, z. B. für grosse Statuen, wovon ein Modell von Metall, Holz, Gyps, Thon etc. vorhanden ist, in Kästen ausgeführt und unterscheidet sich dadurch von der Kastenförmerei, dass entweder das Modell aus vielen Theilen oder bei ungetheiltem Modell die Formmasse aus einzelnen abhebbaren Kernstücken besteht oder dass Mantel und Modell aus einzelnen Stücken zusammengesetzt werden. Guyssec[1]) stellt billige Gusswaaren dadurch her, dass er die Kernstücke aus Gyps macht, dieselben einzeln in Sand formt, in Eisen abgiesst, die eisernen Kernstücke zu einer Form zusammensetzt und in dieser durch Schwenkguss eine beliebige Anzahl Gusswaaren anfertigt.

---

1) Dingl. Bd. 167. S. 121.

Anwendbarkeit.

§. 53. **Schaalenguss, Kapselguss.** Man versteht hierunter den Guss in gusseisernen, die Wärme gut leitenden Formen, wobei das rasch abgekühlte Gussstück eine harte Oberfläche erhält [Hartguss].[1]) Gewöhnlich sind die Formen mit Graphit, Steinkohlentheer oder Kalk ausgestrichen. Am besten eignet sich für den Hartguss halbirtes oder zum Weisswerden geeignetes Eisen, welches Härte, Zähigkeit und Flüssigkeit in sich vereinigt. Je dicker die eisernen Formen (Coquillen) sind, desto härter wird der Guss. GUETTIER[2]) hat die Wirkungen des Schaalengusses auf die Qualität des Roheisens ermittelt.

Man wendet den Schaalenguss z. B. für Eisenbahnwagenräder[3]), zu Hartwalzen[4]) (S. 391) an.

Man giesst die Hartwalzen stehend mit Steigrohr, aus in einander gesteckten Thonröhren gebildet, indem nur der Bund in Schaalen geformt ist, während die beiden Ansätze der Walze, welche nicht hart werden sollen, in Masse geformt werden. Manche Eisensorten schwinden in den Kapseln so stark, dass die Walzen Härterisse[5]) erhalten in Folge der Ausdehnung des noch flüssigen Kerns gegen die erstarrte Oberfläche. Man sucht dies dadurch zu vermeiden,

Eisen beim Einfliessen in die Form rotiren, was man dadurch erzielt, dass vom Einguss aus Rinnen in tangentialer Richtung gehen. Die Form wird vor dem Guss angewärmt, damit sie nicht springt. Je grösser die Walze, desto halbirter das Eisen.

C. Veredlung der Gusswaaren.

§. 54. Allgemeines. Manche Gusswaaren sind zum Verkaufe fertig, wenn sie aus der Form kommen, nachdem die Angüsse noch heiss abgeschlagen und deren Spuren, so wie die Gussnäthe abgemeisselt oder mit Feilen von weissem Gusseisen abgefeilt worden (das Putzen). Bei manchen wird jedoch noch eine weitere Bearbeitung erforderlich, welche theils auf mechanischem, theils auf chemischem Wege geschieht. *Allgemeines.*

§. 55. Veredlung der Gusswaaren auf mechanischem Wege[1]), Appretur. Es kommen hierbei folgende Arbeiten vor:

1) Das Schleifen auf Steinen, welche gewöhnlich durch Wasserkraft bewegt werden, z. B. Streicheisen, Ambösse etc. *Schleifen.*

2) Das Poliren, z. B. von Kartätschen, Kugeln etc., indem man sie in um ihre Axe beweglichen Tonnen an einander sich abreiben lässt. *Poliren.*

3) Das Ausbohren (Kanonen, Maschinentheile etc.) und das Abdrehen, Ciseliren, Hobeln, Fräsen etc. *Ausbohren.*

4) Das Versehen mit einem Ueberzug, Schwärzen[2]), um sie gegen Rost zu schützen oder ihnen ein besseres Ansehen zu geben. *Schwärzen.*

Grobe Gusswaaren, bis etwa auf 100° C. erhitzt, überstreicht man mit Steinkohlentheer und lässt dasselbe verrauchen, oder thut die Sachen gleich einige Zeit in siedendes Theer und lässt dieses dann abrauchen, was rascher geht;

---

1) Valerius, Roheisenfabrikation, deutsch v. Hartmann. 1851. S. 704. — Karmarsch, mechanische Technologie. I, 420. — Hartmann, Eisengiesserei. 1863. S. 510.

2) Karmarsch, mechanische Technologie. I, 493. — Mittheilungen des Hannov. Gew.-Ver. 1835. Lief. 3. S. 192.

feinere Gegenstände überzieht man mit einem Lack aus Leinölfirniss und Kienruss. Man trägt diesen Lack entweder bei gewöhnlicher oder bei erhöhter Temperatur auf. Auch räuchert man wohl wiederholt die Gegenstände mit Kienholz an und bürstet sie oder gibt ihnen einen Ueberzug durch Bestreichen mit Leinöl, Erhitzen bis zum Verschwinden der Flamme und Bürsten.

Für die grösseren Gegenstände eignet sich auch ein Lack [1]), welcher erhalten wird, wenn man in 4 Pfd. Kienöl bei erhöhter Temperatur $1/_2$ Pfd. Asphalt und $1/_2$ Pfd. Kolophonium auflöst. Der Lack wird nach dem Erkalten in einer Flasche aufbewahrt und beim Gebrauche mit Kienöl verdünnt.

In England werden die mit Leinöl überstrichenen Gegenstände 8—10 Zoll hoch über einem stark rauchenden Holzfeuer eine Stunde lang aufgehängt, dann so weit herabsenkt, dass sie die glühenden Kohlen noch nicht berühren, und nach 15 Minuten in kaltes Terpentinöl getaucht. Der so erhaltene glänzende Ueberzug widersteht der Oxydation und der Einwirkung schwacher Säuren.

Brüniren.

5) Das Brüniren oder Braunmachen des Eisens [2]), um dasselbe durch Bildung einer Lage Rost auf der Oberfläche gegen Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit zu schützen. Dieses geschieht durch Einreibung des Gegenstandes mit Spiessglanz-Butter, durch Bestreichen mit verdünnter Salpetersäure und Trocknen an der Luft etc.

Dieses Verfahren wird weniger für gusseiserne, als für schmiedeeiserne und stählerne Gegenstände (z. B. Gewehrläufe) angewandt.

Es sind verschiedene Vorschläge gemacht worden, um das Eisen gegen Rost zu schützen. [3]) Ein einfaches Mittel besteht darin, dass man Eisen- und Stahlwaaren mit einer Lösung von Wachs in Benzol überstreicht und letzteres ver-

---

1) Ueber Lackiren: Karmarsch, mechan. Technologie. 1851. I, 494. Eisenlack: Dingl. Bd. 113. S 76.

2) Karmarsch, mechan. Technol. 1851. I, 492. — Dingl. Bd. 96. S. 20.

3) Dingl. Bd. 82. S. 75; Bd. 94. S. 46. — Berichte der 13. Versammlung deutscher Archit. Hannover 1863. S. 107.

dunsten lässt. Diese Lösung wird dadurch erhalten, dass man feingeschnittene Wachsstückchen in kleinen Mengen in kaltes Benzol bis zur Sättigung desselben einträgt.

6) Schweissen des Gusseisens. Zur Verbesserung von Fehlstellen bohrt man an der betreffenden Stelle des stark erhitzten Gussstückes ein Loch, umgibt dasselbe mit einem Damm und giesst flüssiges Eisen langsam in die gebildete Vertiefung, welches dann an den Berührungsstellen das glühende Eisen auflöst Auf diese Weise hat man z. B. an Walzen Zapfen und Canelirungen angeschweisst.[1]

Schweissen.

§. 56. Veredlung der Gusswaaren auf chemischem Wege. Hierher gehören nachstehende Operationen:

1) Tempern und Adouciren.[2] Hartes, zum Abdrehen, Bohren etc. untaugliches Gusseisen oder sonst zu zerbrechliche Gegenstände (Töpfe, Kessel etc.) werden durch Tempern, durch 12—20 Stunden langes Glühen zwischen Sand oder einem Gemenge von Kohlenstaub und Knochenasche in verschlossenen Gusseisengefässen weicher gemacht (S. 27).

Tempern.

Zu diesem Zweck werden die verpackten Gegenstände auf Schienenbahnen zur Seite eines Rostes in gemauerten Gewölbkammern aufgestellt.

Durch mehrtägiges stärkeres Erhitzen der Gusswaaren zwischen sauerstoffabgebenden Körpern (Braunstein, Rotheisenstein, Zinkoxyd), durch Adouciren (S. 17), erhalten sie mehr oder weniger Geschmeidigkeit, wie Stahl und Stabeisen (hämmerbares Gusseisen, Glühstahl); das Erhitzen kann in Gefäss-[3]) und Flammöfen[4]) geschehen. Weisses Roheisen ist geeigneter, als graues.

2) Bronziren.[5]) Man scheuert die Gegenstände blank,

Bronziren.

---

1) Polyt. Centr. 1861. S. 1160. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 248.
2) Bgwfd. X, 14, 39. — B. u. h. Ztg. 1846. S. 197. — Dingl. Bd. 65. S. 155.
3) Bgwfd. II, 93. — B. u. h. Ztg. 1846. S. 566. — Polyt. Centr. 1849. S. 13, 34; 1853. S. 951. — Dingl. Bd. 26. S. 315; Bd. 29. S. 156; Bd. 62. S. 376. — Bgwfd. II, 510; IX, 43, 142; XI, 760; XIII, 77. — B. u. h. Ztg. 1845. S. 669; 1847. S. 547, 652; 1860. S. 440; 1861. S. 236.
4) Dingl. Bd. 102. S. 220.
5) Karmarsch, mechan. Technologie. I, 487. — Dingl. Bd. 47. S. 313; Bd. 52. S. 319. — Bgwfd. XIII, 559.

bestreicht sie mit Kupfervitriollösung und polirt nach dem Trocknen. Das vom Eisen niedergeschlagene Kupfer ertheilt ersterem ein bronzeartiges Ansehen.

Auch bronzirt man wohl auf galvanischem (Ilsenburg), sowie auf rein mechanischem Wege dadurch, dass man die Gegenstände mittelst eines Firnisses mit Zinnobergrün überzieht und auf dem grünen Grund stellenweise Musivgold oder feingepulverte Bronzefarben oder Metalle aufträgt.

3) Ueberziehen mit Metallen.

Vergolden. a) Das Vergolden[1]) des Gusseisens durch Feuervergoldung hat grosse Schwierigkeiten, indem das Goldamalgam von demselben nicht angenommen wird. Man muss zuvor die gut gereinigte Oberfläche mit einer concentrirten Lösung von Kupfervitriol überstreichen und auf das niedergeschlagene Kupfer das Amalgam auftragen. Da ein Kupferüberzug unter Umständen störend wirken kann, so überzieht Böttger[2]) die Gegenstände direct mit einer Lage Quecksilber unter Vermittlung des electropositiven Zinks auf folgende Weise: man kocht den gut gereinigten Gegenstand in einem Porzellangefäss mit 12 Quecksilber, 1 Zink, 2 Eisenvitriol, $1\frac{1}{2}$ Chlorwasserstoffsäure von 1,2 specif. Gewicht und 12 Wasser, wobei sich in kurzer Zeit eine Schicht Quecksilber absetzt, auf welcher sich dann das Goldamalgam gleichförmig ausbreitet.

Auch löst man wohl Chlorgold in Schwefeläther und trägt die Lösung auf den gut gereinigten Gegenstand auf, wobei sich der Aether verflüchtigt, das Gold aber zurückbleibt.

Das Vergolden von Gusseisen auf galvanischem Wege[3]) ist auch mit Schwierigkeiten verbunden und gelingt nur bei vollkommener Reinigung des Gegenstandes. Ein vorheriges Versilbern oder Verkupfern ist rathsam.

Blattgold-Vergoldung macht man mit Copalfirniss und Blattgold.

1) Karmarsch, mechan Technol. I, 464. — Dingl. Bd. 99. S. 158.
2) Böttger's Beiträge etc. 1847. Hft. 3. S. 14. — Polyt. Centr. VIII, 381.
3) Elsner, die galvanische Vergoldung und Versilberung. 3. Aufl. Leipzig 1856.

b) **Versilbern.** [1]) Soll Eisen versilbert werden, so muss es zuvor verkupfert sein; auf die Verkupferung wird dann eine kalte Versilberung oder Amalgam, auch wohl Blattsilber aufgetragen.

Versilbern.

Auf galvanischem Wege [2]) ist Gusseisen ohne vorherige Verkupferung gut zu versilbern.

c) **Verkupfern.** [3]) Gusseisen lässt sich leicht verkupfern und zwar schon durch Eintauchen in eine Lösung von Kupfervitriol, allein der Kupferüberzug haftet nicht fest; bei gleichzeitiger Anwendung eines galvanischen Stroms entsteht ein cohärenter Ueberzug, namentlich, wenn man den Gegenstand vorher durch Eintauchen in eine Lösung von Cyankupferkalium verkupfert oder in einer Lösung von Bleiglätte in Kali verbleit. [4]) Am besten wendet man zum Verkupfern Cyanverbindungen an. Cyankalium hat jedoch manche Uebelstände, ist höchst giftig, zersetzt sich leicht und ist theuer, weshalb man auch wohl andere Flüssigkeiten anwendet, z. B. Chlornatrium, Chlorkalium, kleesaures Ammoniak, weinsteinsaures Kali etc.

Verkupfern.

d) **Verzinnen.** [5]) Weit häufiger als das Vergolden, Versilbern und Verkupfern wird das Verzinnen gusseiserner Gegenstände, namentlich der Speisegeräthschaften vorgenommen, um ein Rosten oder Schwarzkochen zu vermeiden. Die Verzinnung bildet im Vergleich zur Emaille einen dünnern Ueberzug, springt nicht ab und ist leichter auszuführen. Die Anwendung eines bleihaltigen Zinnes zu Kochgeschirren kann zu Vergiftungen führen. [6])

Verzinnen.

Die zu verzinnenden Gegenstände werden zunächst getempert oder adoucirt [Methode von WEINBERGER [7]) und

1) KARMARSCH, mechan. Technol. I, 477.
2) ERDM., J. f. pr. Chem. XXIX, 264.
3) KARMARSCH, mechan. Technol. I, 461. — ERDM., J. f. pr. Chem. XXXIV, 474. — DINGL. Bd. 113. S. 156. — Polyt. Centr. 1853. S. 1532.
4) Polyt. Centr. 1856. S. 738.
5) DINGL. Bd. 8. S. 42; Bd. 50. S. 397; Bd. 52. S. 155; Bd. 55. S. 470; Bd. 112. S. 121. — Polyt. Centr. 1851. S. 1267; 1853. S. 1532.
6) Berggeist 1862. No. 46. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 327. — DINGL. Bd. 164. S. 201.
7) B. u. h. Ztg. 1857. S. 305.

GIRARD [1])], dann ausgedreht oder gut ausgescheuert und mit verdünnter Salzsäure von 8—10 ° B. oder Schwefelsäure gebeizt [wobei man zur Verhütung der Auflösung von metallischem Eisen nach DELESSE und THOMAS [2]) organische Stoffe, nach SOREL [3]) Salze des Kupfers und Zinns zusetzen soll], hierauf getrocknet [4]), bis zum Schmelzpunct des flüssigen Zinnes gleichmässig erhitzt, Zinn hineingegeben und dieses, wenn es flüssig geworden, unter Anwendung eines Beizmittels [Salmiak, Chlorzinkammonium [5])] mit einem Kork oder Baumwollenballen eingerieben. Das überflüssige Zinn wird dann herausgewischt und die Fläche möglichst gleichförmig geebnet Wenn die Temperatur zu niedrig, so wird der Ueberzug zu dick, wenn zu hoch, so fliesst das Zinn immer wieder ab.

In England taucht man die Gefässe noch zur Erhaltung eines gleichmässigen Ueberzuges in mit Talg bedecktes flüssiges Zinn ein, schwenkt nach dem Herausziehen, giesst das überflüssige Zinn aus, kühlt schnell in kaltem Wasser ab und reibt mit Schlämmkreide und einem wollnen Ballen aus. Wesentlich zum Gelingen der Verzinnung ist die richtige Temperatur des Gefässes. PARKES [6]) wendet in reichlicher Menge auf dem Zinnbad schwimmende Beize (Chlorzink, Zinkvitriol und Borax) an, SAUVAGE [7]) statt Zinn Zinnlegirungen; VIVIEN und LEFEBRE [8]) vernickeln das Eisen vor dem Verzinnen.

Auch auf galvanischem Wege lässt sich Eisen verzinnen [ROSELEUR's und BOUCHY's Methode [9])], sowie nach BOUSFIELD [10]) durch längeres Eintauchen in eine erwärmte besonders zusammengesetzte Verzinnflüssigkeit.

1) Polyt. Centr. 1851. S. 1267.
2) DINGL. Bd. 107. S. 446; Bd. 111. S 271.
3) DINGL. Bd. 112. S. 121.
4) Trockenvorrichtung: Bgwfd. X, 188.
5) DINGL. Bd. 106. S. 73. — BERZEL. Chem. X, 14. — Polyt. Centr. 1851. S. 1267.
6) DINGL. Bd. 102. S. 120.
7) Bgwfd. VI, 416.
8) Polyt. Centr. 1860. S. 1625.
9) ERDM, J. f. pr. Chem. LXV, 250.
10) Polyt. Centr. 1858. S. 77.

Von Zinn theilweise entblösstes Eisen rostet in Folge eingetretener galvanischer Thätigkeit leichter, als gar nicht verzinntes, während ein Zinküberzug, wenn auch theilweise zerstört, das Eisen besser vor Oxydation schützt.

Verzinken.

e) Verzinken. Gut gebeizte Gegenstände können nach SOREL's Methode [1]) (Galvanisiren) durch Eintauchen in flüssiges Zink leicht verzinkt werden. Solche Gegenstände (galvanisirtes Eisen) widerstehen zwar der Oxydation, lassen sich aber wegen der leichten Löslichkeit des Zinks in Säuren als Speisegeschirre nicht gebrauchen. [2])

Auch lässt sich Eisen auf galvanischem Wege verzinken. [3])

Emailliren.

4) Emailliren. [4]) Das Ueberziehen gusseiserner Kochgeschirre mit Email, um sie gegen das Rosten und den Einfluss schwacher Säuren zu schützen, ist nicht ohne Schwierigkeiten, wenn die Emaillirung dauerhaft, gleichmässig und in Bezug auf Glanz, Farbe, Deckung und Härte ohne Tadel sein soll.

Schwierigkeiten.

Diese Schwierigkeiten liegen hauptsächlich darin, dass

a) an graphitischem Roheisen die Glasmasse weniger gut haftet, als an graphitfreiem, weshalb sich am besten aus Raseneisensteinen erblasenes stark halbirtes bis weisses Eisen zum Emailliren eignet, welches dann nur gescheuert zu werden braucht, während graues oder halbirtes Roheisen zur oberflächlichen Entfernung des Graphites eines sorgfältigen Beizens und Scheuerns bedarf;

b) die verschiedene Ausdehnung des Roheisens (0,0011445 bei 0—100°) und des Emailglases (0,000808333), welche ein Abspringen des letzteren beim Erhitzen veranlasst, wenn

1) Bgwfd. VII, 298, 318.
2) DINGL. Bd. 111. S. 144.
3) Polyt. Centr. 1861. S. 76.
4) VOGELSANG, Lehrbuch der Eisenemaillirkunst 1851. — KARMARSCH und HEEREN, technisches Wörterbuch der Gewerbskunde 1854. I, 719. — KARMARSCH, mechan. Technologie. I, 483. — DINGL. Bd. 133. S. 256. — ERBE, gründliche Anweisung zum Emailliren und Verzinnen eiserner Kochgeschirre. Quedlinburg 1837. VALERIUS, Handbuch der Roheisenbereitung, deutsch von HARTMANN. 1851. S. 714. — Berggeist 1861. S. 460. — EULENBURG in Polyt. Centr. 1862. S. 1212, und B. u. h. Ztg. 1862. S. 408.

der Email nur in einer glasartigen Schicht aufgetragen ist. Man brennt deshalb auf dem Eisen zunächst eine nur sinternde Grundmasse auf und auf diese erst den völlig geschmolzenen Email (Glasur). Die Grundmasse wird dann wegen der darin enthaltenen Poren von dem sich ausdehnenden und zusammenziehenden Metalle weit weniger verändert und schützt deshalb die aufsitzende Glasur vor dem Abspringen;

c) die richtige Temperatur beim Einbrennen, namentlich der Grundmasse, welche weder schmelzen, noch zu roh bleiben darf; eine der wichtigsten und nur durch längere Uebung zu erlernende Operation und häufig als Geheimniss betrachtet;

d) die Zusammensetzung und Zubereitung des Emails, ebenfalls meist geheim gehalten und durch Versuche zu ermitteln, wobei man aber auch gute Anhalten hat (hauptsächlich VOGELSANG's Schrift und Berggeist 1861. S. 460). Die Grundmasse besteht im Wesentlichen aus Kieselsäure, Borsäure, Thonerde und Alkali; die Glasur oder Deckmasse enthält dieselben Bestandtheile, nur durch einen grösseren Alkalizusatz leichtflüssiger und durch Zinnoxyd undurchsichtig weiss gemacht. Beide bewegen sich hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung in gewissen Grenzen. Zuweilen enthält der Email einen Bleigehalt und man unterscheidet danach bleihaltigen und bleifreien. Ersterer lässt sich bei niedrigerer Temperatur, also billiger aufbrennen und ist haltbarer, hat aber ein weniger weisses Ansehen und kann bei Kochgeschirren schädlich werden. EULENBURG fand in einem solchen Email 43,38 $\ddot{\mathrm{Si}}$, 39,12 $\dot{\mathrm{Pb}}$, 3,51 $\bar{\ddot{\mathrm{P}}}$ und 2,61 $\dot{\mathrm{Ca}}\,\bar{\ddot{\mathrm{P}}}$. Man ist deshalb in neuerer Zeit immer mehr bestrebt, unschädliche bleifreie Emaillen herzustellen, die allerdings wegen der erforderlichen höhern Temperatur beim Aufbrennen theurer kommen.

Materialien zum Email. Als Materialien zur Herstellung des Emails verwendet man hauptsächlich:

a) Kieselsäure, als Quarz, Feuerstein und geschlämmten Sand; erstere beiden werden mürbe gebrannt, in Wasser abgelöscht, zerkleint, gesiebt und gemahlen.

b) Feldspath, besonders wegen seines Kieselsäure-

und Alkaligehaltes wirksam; wird geglüht und wie Quarz behandelt, nöthigenfalls ein Eisenoxydgehalt durch Salzsäure ausgezogen; von der mittleren Zusammensetzung 65,4 $\dddot{\text{Si}}$, 18 $\overline{\text{Al}}$, 16,6 $\dot{\text{K}}$.

c) Glasscherben, als Surrogat für Kieselsäure oder Feldspath, von der mittleren Zusammensetzung 70 $\dddot{\text{Si}}$, 14 $\dot{\text{K}}$, 3 $\dot{\text{Na}}$, 12 $\dot{\text{Ca}}$.

d) Porzellanscherben, wie Glasscherben, von der durchschnittlichen Zusammensetzung 60 $\dddot{\text{Si}}$, 33 $\overline{\text{Al}}$, 4 $\dot{\text{K}}$, 3 $\dot{\text{Ca}}$.

e) Thon als Porzellanerde oder guter Pfeifenthon in geschlämmtem, scharf getrocknetem, fein gesiebtem Zustande von der mittleren Zusammensetzung 47 $\dddot{\text{Si}}$, 37 $\overline{\text{Al}}$, 16 $\dot{\text{H}}$. Hauptsächlich als Mühlenzusatz bei der Grundmasse, um gewisse Consistenz hervorzubringen und den Email undurchsichtig zu machen; in der Glasur nimmt man ihn in die Beschickung.

f) Borax mit 16,37 $\dot{\text{Na}}$, 36,53 $\dddot{\text{B}}$ und 47,10 $\dot{\text{H}}$; man ersetzt die Borsäure zuweilen durch Phosphorsäure, in neuerer Zeit auch wohl durch die billigere arsenige Säure, um bei der Darstellung der Glasur Brennmaterial zu ersparen. Die Bestandtheile derselben werden zusammengeschmolzen, die Masse in Wasser abgestochen, getrocknet und wiederholt unter Beschüttung mit arseniger Säure mehrmals bei mässiger Hitze umgeschmolzen, wobei das Arsen zwar vollständig verdampft, aber die Arbeiter leiden.

g) Calcinirte Soda mit 58,69 $\dot{\text{Na}}$ und 41,31 $\ddot{\text{C}}$, gewöhnlich nur zur Deckmasse.

h) Salpeter mit 46,59 $\dot{\text{K}}$ und 53,41 $\overset{\cdots}{\ddot{\text{N}}}$, nur für die Glasur; seltener Weinstein.

i) Magnesia, als basisch kohlensaure, durch Zersetzung von Bittersalz mit kohlensaurem Ammoniak erhalten, $4\,\dot{\text{Mg}}\,\ddot{\text{C}} + \dot{\text{Mg}}\,\dot{\text{H}}$ mit 50,85 $\dot{\text{Mg}}$, 44,59 $\ddot{\text{C}}$ und 4,56 $\dot{\text{H}}$; meist als Mühlenzusatz zur Grundmasse, sowie zur Glasur als Mühlen- und Beschickungszusatz. Sie erleichtert das Auftragen und bessere Haften der Massen. Bittersalz, dessen Schwefel-

säure beim starken Erhitzen durch die Kieselsäure ausgetrieben wird, gibt man hauptsächlich als Zusatz beim Mahlen des Emails, zur Beförderung des Sinterns und Haften der Masse am Eisen, nicht schon beim Schmelzen desselben. Seltener, als Magnesia, kommen Kreide, Flussspath und Schwerspath in Anwendung.

k) Kohlensaures Ammoniak dient zuweilen als Mühlenzusatz zur Herstellung der richtigen Consistenz und zur Verhütung des Reissens.

l) Glätte und Bleiweiss bei bleihaltigen Emailen.

m) Zinnoxyd oder Zinnasche, als Deck- und Färbungsmittel dienend, dadurch dargestellt, dass man reines Zinn in einer thönernen Pfanne oder einem stark geneigten Thontiegel eben bis zur Schmelztemperatur erhitzt und das gebildete Zinnoxyd immer von der Oberfläche abzieht; bei starkem Luftzug wird leicht Zinnoxyd mit fort gerissen. Dasselbe ist ein gelblich oder graulich weisses Pulver, welches mehrmals bei Luftzutritt geglüht wird, um etwa vorhandenes, dunkel färbendes Oxydul höher zu oxydiren, nöthigenfalls bei Salpeterzusatz. In der Glasur dient ein Salpetergehalt in dieser Weise als Entfärbungsmittel. Das reine, noch gemahlene und geschlämmte Zinnoxyd ist ein weisses oder gelblich weisses Pulver, welches beim Erhitzen gelb wird.

Soll bleihaltige Zinnasche erzeugt werden, so erhitzt man eine Legirung von 4 Thl. Zinn mit 1 Thl. Blei in einer eisernen Pfanne mit darüber gedeckter Muffel mit Zugloch an der Hinterwand und zieht die oberflächlich gebildete oxydische Kruste fortwährend in einen davor stehenden eisernen Kasten ab, in welchem sich dann beim öfteren Umrühren das mitabgezogene Metall zu Boden setzt.

Als Surrogate für Zinnoxyd wendet man zuweilen Zinkweiss, seltener Knochenasche an.

Zusammensetzung des Emails.

Es sind eine grosse Menge von Vorschriften zur Darstellung bleifreier und bleihaltiger Emaillen angegeben

[z. B. von JORDAN [1]), FLACH und KEIL [2]), KENRIK [3]), CLARK [4]), KARSTEN [5]), KARMARSCH, FAIST [6]) u. A.], die zuverlässigsten derselben finden sich zusammengestellt im Berggeist 1861. S. 468 und in der VOGELSANG'schen Schrift. Sie ergeben, dass ihre Zusammensetzung nicht allzu sehr von einander abweicht. Die Grundmassen enthalten danach 65,92 bis 77,05 $\ddot{\text{Si}}$, die Deckmassen 25,59 – 43,71 $\ddot{\text{Si}}$; die Extreme von beiden haben nachstehende vollständige Composition:

Beispiele.

Grundmasse Nr. 1.: 50 Quarz, 30 Borax, 1 Magnesia als Schmelzgut und als Mühlenzusatz 15 Quarz und 13 Thon, zusammen 77,05 $\ddot{\text{Si}}$, 11,87 $\bar{\ddot{\text{B}}}$, 5,21 $\bar{\ddot{\text{Al}}}$, 5,44 $\dot{\text{K}}$, 0,55 $\dot{\text{Mg}}$.

Grundmasse Nr. 2.: 30 Quarz, 30 Feldspath, 25 Borax nebst 6 Feldspath, 1,25 Magnesia und 10,75 Thon als Mühlenzusatz, zusammen 65,92 $\ddot{\text{Si}}$, 10,30 $\bar{\ddot{\text{B}}}$, 11,76 $\bar{\ddot{\text{Al}}}$, 6,72 $\dot{\text{K}}$, 4,60 $\dot{\text{Na}}$, 0,71 $\dot{\text{Mg}}$.

Glasur Nr. 1.: 10,5 Glas, 9 Porzellan, 13,5 Borax, 4,5 Salpeter, 3 Magnesia, 1,5 Bittersalz, 9 Zinnoxyd als Schmelzmasse, und als Mühlenzusatz 11,85 Quarz, 1,78 Magnesia und 3,95 Zinnoxyd, zusammen 43,71 $\ddot{\text{Si}}$, 8,76 $\bar{\ddot{\text{B}}}$, 5,56 $\bar{\ddot{\text{Al}}}$, 6,98 $\dot{\text{K}}$, 4,50 $\dot{\text{Na}}$, 2,72 $\dot{\text{Ca}}$, 4,76 $\dot{\text{Mg}}$ und 23,01 $\ddot{\text{Sn}}$.

Glasur Nr. 2.: 15 Quarz, 37,5 Feldspath, 10 Thon, 40 Borax, 20 Soda, 15 Salpeter, 7,5 Magnesia, 25 Zinnoxyd mit 25,59 $\ddot{\text{Si}}$, 12,75 $\bar{\ddot{\text{B}}}$, 9,12 $\bar{\ddot{\text{Al}}}$, 11,53 $\dot{\text{K}}$, 15,95 $\dot{\text{Na}}$, 3,33 $\dot{\text{Mg}}$, 21,81 $\ddot{\text{Sn}}$.

Darstellung der Grundmasse.

Die abgewogenen und innig vermengten Bestandtheile der Grundmasse werden in einem hessischen, am Boden mit einem etwa 1/4 Zoll weiten Loche versehenen Tiegel durch verkohltes oder rohes Brennmaterial oder die Ueberhitze des Brennofens so stark erhitzt, dass die Masse durch das Loch

1) ERDM., J. f. pr. Chem XIII, 12.
2) DINGL. Bd. 78. S. 40. — Polyt. Centr. 1840. S. 326.
3) Polyt. Centr. 1847. S. 488.
4) DINGL. Bd. 79. S. 3. — Bgwfd. VII, 208.
5) Dessen Eisenhüttenkunde. III. §. 846.
6) Polyt. Centr. 1854. S. 1378; 1355. S. 700.

am Boden und eine entsprechende Oeffnung im Tiegeluntersatz in ein mit Wasser gefülltes Gefäss fliesst oder von Zeit zu Zeit sich abstechen lässt, während oben immer neue Beschickung wieder zugegeben wird. Auch nimmt man wohl schon zum Schmelzen der Glasur verwandte Tiegel, schmilzt in ihnen die Grundmasse, ohne sie aus dem Boden auslaufen zu lassen, und zerschlägt demnächst den Tiegel. Die Masse kann röthlich, gelblich oder bei einem Bleigehalt grünlichgelb gefärbt sein.

Die getrocknete Masse wird dann durch Stampfen gröblich zerkleint, durch ein Sieb geschlagen und für sich oder mit den oben bezeichneten Mühlenzusätzen (Thon, Magnesia etc.) zum feinen Schlamm gemahlen. Aus dem die Mühlsteine umgebenden Bottich abgezapft, lässt man diesen durch ein feines Haarsieb in kupferne oder emaillirte eiserne Gefässe laufen und in denselben 8—14 Tage stehen, wobei die Masse noch homogener wird.

Darstellung der Glasur.

Die Darstellung der Glasur findet in ähnlicher Weise statt, nur wiederholt man das Schmelzen wohl 2—3 Mal, um sie möglichst blasenfrei zu erhalten. Zur innigeren Beimengung des Zinnoxydes schmilzt man die Glasur durch eine Oeffnung von $^1/_{12}$ Zoll Durchmesser. Sie muss rein weiss, zwischen glas- und fettglänzend, bei muschligem Bruche dicht und härter, als gewöhnliches Glas sein.

Verfahren beim Emailliren.

Beim Emailliren kommen nachstehende Arbeiten vor:

a) Beizen in mit dem 50fachen Volum Wasser verdünnter Schwefelsäure während 12—18 Stunden, dann

b) sorgfältiges Scheuern mit Sand und Abspülen erst in kaltem, dann in kochendem Wasser, bei welchem letzteren unter Vermeidung der Rostbildung das Trocknen rascher geht.

c) Aufschwenken der Grundmasse (Grundiren). Diese, bis zur Consistenz des Milchrahms mit ausgekochtem lauen Wasser, auch wohl mit kohlensaurem Ammoniak oder Aetzammoniak versetzt, wird anfangs mittelst eines Pinsels oder einer Bürste in das bis auf etwa 50° angewärmte Gefäss eingetragen, dann die mit einem Löffel eingefüllte Masse gleichförmig aufgeschwenkt, das Gefäss umgewandt, durch Schläge mit einem Holzhammer das Abtropfen der Flüssig-

keit befördert, der Rand mit einem Finger, einem steifen Leder oder einem eingekerbten Hölzchen etwa auf $^1/_8$ Zoll abgestrichen und dann das Gefäss

d) zum Trocknen über einer von unten geheizten Eisenplatte in gewisser Entfernung an Drähten mit der Mündung nach unten aufgehängt. Dann setzt man das Gefäss auf die Platte selbst, wo es allmälig eine Temperatur von 200—300° C. erhält. Das Trocknen dauert etwa 1 Stunde.

e) Einbrennen der Grundmasse. Dieses geschieht unter einer mit Fallthür versehenen eisernen Muffel bei lebhafter Rothglühhitze (Messingschmelzhitze) während 10 bis 15 Minuten, wobei man die Gefässe zur gleichmässigen Erhitzung öfters wendet. Die Grundmasse muss, ohne pulverig und geflossen zu sein, gleichförmig und fest am Eisen haften.

f) Aufschwenken der Glasur. Die erkalteten und äusserlich von der Oxydhaut gereinigten Gefässe taucht man in warmes Wasser von etwa 50° C. und schwenkt dann gleich, ohne zu pinseln oder zu bürsten, die Glasur auf und trocknet in vorhinniger Weise, worauf

g) das Einbrennen der Glasur in Rothgluth während höchstens 12 Minuten unter öfterem Verrücken und Umlegen der Gefässe, sowie möglichster Vermeidung des Zutrittes kalter Luft geschieht. Die richtige Verglasung gibt sich durch den eintretenden Glanz zu erkennen. Erhitzt man noch weiter, so wird die Glasur blasig. Noch vor der völligen Abkühlung wird das Gefäss äusserlich mit Steinkohlentheer oder einer Mischung von Kienöl und Russ geschwärzt.

Glasiren des Eisens.

5) Ueberziehen des Eisens mit einer glasartigen Masse. Die gut gebeizten, gescheuerten und getrockneten Sachen werden mittelst einer Bürste mit einem dünnen Ueberzug von Gummi arabicum versehen und mit einem durch vorheriges Zusammenschmelzen hergestellten Pulver aus 130 bleifreiem Glas, 20 Soda und 12 Borax bestreut. Nach dem Trocknen in einem auf 100° C. geheizten Ofen werden die Gegenstände bis zur Rothgluth erhitzt, dann all-

mälig abgekühlt. Dieses Verfahren ist in **Frankreich**[1]) (*fer controxidé* oder *inaltérable*) und **Amerika**[2]) gebräuchlich. Wyatt[3]) empfiehlt ein aus 3 Bleiweiss, 2 Borax und 1 Feuerstein zusammengesetztes Glas.

II. Abtheilung.

Stabeisenerzeugung.

Hauptcharactere des Stabeisens.

§. 57. Allgemeines. Das **Stabeisen, Schmiedeeisen, Frischeisen**, seltener direct aus Eisenerzen, als aus Roheisen dargestellt, ist von allen metallurgisch gewonnenen Eisenverbindungen die reinste. Sie enthält als wesentlichen Bestandtheil Kohlenstoff (0,1—0,5%), welcher ihr in etwas die unerwünschte Weichheit benimmt, die ganz reines Eisen besitzt, kann aber durch andere Substanzen chemisch (Schwefel, Phosphor, Silicium, Erdmetalle, Mangan, Antimon, Arsen etc.) oder mechanisch (oxydirtes Eisen, Schlacke etc.) verunreinigt sein oder einen ungleichmässig vertheilten und höheren Kohlenstoffgehalt, als den angegebenen, besitzen, in welchen Fällen die Eigenschaften des Eisens (Festigkeit, Schweissbarkeit, Härte etc.) verändert werden. Auch können durch Einwirkung von Wärme, Electricität und Stoss gewisse, auf die Eigenschaften des Stabeisens ungünstig einwirkende Molekularveränderungen eintreten. Gewöhnlich gibt das Ansehen des Bruches und das Aeussere der Stäbe, ihr Verhalten bei erhöhter Temperatur, sowie ihr Widerstand gegen den Stoss Kenntniss von dem Grund der Veränderung und es erhält danach das Stabeisen verschiedene Benennungen (**roth-, kalt-, roh-, faul-, schwarzbrüchig, hadrig, verbrannt**).

1) Bgwfd. XIII, 653, 798. — Dingl. Bd. 112. S. 391. — Polyt. Centr. 1850. S. 818.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 51.
3) Polyt. Centr. 1851. S. 60.

Von Stahl und Roheisen unterscheidet sich das Stabeisen hauptsächlich durch das bereits (S. 1) erwähnte Verhalten.

Die wichtigsten Werke über Stabeisenbereitung, welche aber zum Theil weniger das Flammofen-, als das Herdfrischen betreffen, sind nachstehende: Literatur.

WIEGAND, Frischhüttenbetrieb. Berlin 1837.

OVERMANN, Frischen des Eisens. Brünn 1838.

VALERIUS, Handbuch der Stabeisenfabrikation. Freiberg 1845. — Erstes Ergänzungsheft 1848. Zweites Ergänzungsheft 1851.

TUNNER, die Stabeisen- und Stahlbereitung. 2 Bde. Freiberg 1858.

KARSTEN's Eisenhüttenkunde. 3. Aufl. 1841. 4. Theil.

§. 58. Eigenschaften des Stabeisens. Von denselben sind besonders zu berücksichtigen: Eigenschaften.

Farbe, silberweiss bis hellgrau mit verschiedenem Glanze; helle Farbe mit schwachem Glanz und grauliche Farbe mit dunklem Glanz characterisiren ein gutes Eisen, bläulich weisse Farbe und starker Glanz deuten auf verbranntes, silberweisse Farbe und starker Glanz auf kaltbrüchiges Eisen, dunkle Farbe und schwacher Glanz auf Rothbruch, sehr geringer Glanz auf Faulbruch oder Rohbruch. Farbe.

Textur, ursprünglich (z. B. in jeder guten, nur zu einem dicken Stabe zusammengeschlagenen Luppe) zackig körnig bei verschiedener Korngrösse, beim Ausschmieden je nach dem Kohlenstoffgehalt entweder gleichmässig feinkörnig bleibend [Feinkorneisen[1])] oder sehnig werdend. Das sehnige Eisen ist weicher und zäher, als das körnige, und um so fester, je feiner und länger die Fasern. Je feinkörniger und dunkler, desto kohlenstoffreicher, stahlartiger und härter ist dasselbe, je grobkörniger, um so leichter wird es faserig. Textur.

Nach GURLT[2]) wird das kohlenstoffärmere weichere Eisen beim Ausstrecken deshalb leichter sehnig, als das kohlenstoffreichere härtere, weil es zur Krystallisation geneigter ist und aus kleinen neben einander liegenden Wür-

1) TUNNER: Leoben. Jahrb. 1859. VIII, 161.

2) Berggeist 1860. No. 19. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 502.

feln besteht, welche durch das gewaltsame Ausrecken verzerrt werden, eine faserige Textur annehmen (wie z. B. faseriges Steinsalz), aber die Tendenz behalten, durch äussere Einwirkung (Stoss, Hämmern, Wärme, galvanische Electricität) in ihre ursprüngliche Lage zurückzukehren (Bd. I. S. 699). Durch die dabei eintretende Volumvergrösserung wird aber die Festigkeit des ursprünglich sehnigen Eisens beeinträchtigt, so dass für viele Zwecke, wo die eben beregten Einflüsse stattfinden, das kohlenstoffreichere Feinkorneisen vorgezogen wird. Nach v. MAYRHOFER [1]) und GURLT [2]) verschlechtern alle Zusätze, welche man [z.B. ARMSTRONG [3]) und THOMPSON [4]) Nickel] angewandt hat, das Krystallinischwerden des sehnigen Eisens zu verhüten, das Eisen, nur allein ein grösserer Kohlenstoffgehalt ist wirksam. Schmiedeeisen mit 0,5 % Kohlenstoff zeigt nach EGGERTZ [5]) schon Härtung und geht in Stahl (Feinkorneisen) über; die geringste Menge, welche in einem Bessemereisen gefunden wurde, betrug 0,08 %. Die Art, wie der Bruch des Stabeisens erfolgt, übt nach TUNNER [6]) und KIRKALDY [7]) auf dessen Aussehen einen wesentlichen Einfluss aus; bei langsam steigender Belastung erscheint die Zerreissungsfläche mehr oder weniger fadig, bei plötzlicher Kraftwirkung körnig. Der zuerst gebrochene Theil hat immer Korn, der zuletzt gebrochene Fasern. LÜDERS [8]) fand auf den Bruchflächen feilenhiebähnliche Zeichnungen.

Das Feinkorneisen nähert sich vermöge seiner Gleichartigkeit, Festigkeit und Härte dem bessern Stahl. Da bei dessen Herstellung, um mehr Kohlenstoff darin zu lassen, der Frischprozess bei geringerem Luftzutritt schneller ausgeführt werden muss, als bei sehnigem, so erfordert ersteres an und für sich ein besseres Roheisen, damit die schädlichen Bestandtheile entfernt werden können, indessen eignen

1) Oesterr. Ztschr. 1861. No. 47. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 200.
2) Berggeist 1861. No. 24.
3) HARTMANN, Fortschr. V, 185.
4) Polyt. Centr. 1863. S. 1172.
5) B. u. h. Ztg. 1863. S. 374.
6) Leoben. Jahrb. 1859. VIII, 162.
7) B. u. h. Ztg. 1863. S. 140.
8) DINL. Bd. 155. S. 18. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 392.

sich an und für sich einige Roheisensorten besser dazu, als andere, ohne dass man den Grund davon hinreichend kennt. Zu Low Moor[1]) wählt man mit kaltem Winde aus besonders guten Erzen bei Koks erblasenes und gefeintes Roheisen aus; auch eignen sich besonders hochgekohlte und manganreiche Sorten.[2]) Nach v. MAYRHOFER[3]) ertheilt Schwefel dem Eisen eine sehnige Textur, weshalb man für sehniges schwefelhaltige Erze in die Beschickung nimmt, für körniges Eisen schwefelfreie bei grösserem Kalkzuschlag.

Während gutes Stabeisen ein gleichmässiges, mittelgrosses, zackiges Korn zeigt, hat ein durch Phosphorgehalt kaltbrüchiges Eisen flassrige, in Straten über einander liegende Körner; durch zu anhaltendes kaltes Hämmern erzeugtes kaltbrüchiges Eisen, in welchem die einzelnen Theilchen unter einander verschoben sind, zeigt ein feines Korn bei starkem Glanze. Verbranntes Eisen hat grobe, ungleichmässige, eckige Körner von starkem Glanz, rothbrüchiges lange Sehnen, rohbrüchiges ungleichmässige, grobe und feine Körner, faulbrüchiges sehniges und körniges Gefüge, hadriges ein unganzes Gefüge mit fremdartigen Einmengen.

Spec. Gewicht. Spec. Gewicht 7,6—7,7, mit der Reinheit des Eisens zunehmend.

Festigkeit. Festigkeit, von der mechanischen Bearbeitung und fremden Beimengungen abhängig. Wird ein gutes festes Eisen geglüht und ohne mechanische Bearbeitung langsam oder rasch abgekühlt, so leidet seine Festigkeit; dieselbe wird aber um so grösser, je feiner man das Eisen ausarbeitet. Während ein Eisenstab von 1 Q.-Z. Querschnitt an 500—600 Ctr. trägt, so steigt dieses Gewicht auf 1000 bis 1100 Ctr. pro Q.-Z., wenn man den Stab zu Draht auszieht.[4]) Beim Erhitzen nimmt nach v. BURG[5]) die Festig-

1) HARTMANN, Fortschr. VI, 223.
2) HARTMANN, Fortschr. III, 262.
3) Leoben. Jahrb. 1861. X, 388.
4) Beispiele: ZIUREK's technol. Tabellen. 1863. S. 142. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 165; 1861. S. 170. — DINGL. Bd. 149. S. 394; Bd. 155. S. 394. — Berggeist 1861. No. 22.
5) B. u. h. Ztg. 1859. S. 257.

keit bis zu einem gewissen Temperaturgrad zu, dann aber ab.

Feinkorneisen ist fester, als sehniges, und wird weniger leicht krystallinisch und brüchig (S. 414). Durch Ausglühen und langsames Erkalten des sehnigen Eisens soll dessen Brüchigkeit nach CLAY [1]) vermieden werden. Kaltbrüchiges Eisen besitzt bei gewöhnlicher, rothbrüchiges bei erhöhter Temperatur, roh- und faulbrüchiges, sowie hadriges in beiden wenig Festigkeit.

Stabeisen übertrifft Roheisen an absoluter und relativer, nicht aber an rückwirkender Festigkeit. Stahl ist fester, als Eisen.

Härte. Härte. Feinkorneisen ist härter, als sehniges Eisen, und es nimmt die Härte mit dem Kohlenstoffgehalte zu; auch kann sie durch andere Körper, z. B. Mangan, vermehrt werden, wo dann aber die Härte dieselbe bleibt, mag sich das Eisen langsam oder rasch abkühlen, während ein durch grösseren Kohlenstoffgehalt gehärtetes sich dem Stahl nähert (bei über 0,5% Cgehalt) und dann durch Ablöschen im glühenden Zustande härter wird. Das in gewöhnlicher Temperatur weiche Eisen bleibt auch in höheren Temperaturen weich, schweisst später und lässt sich in der Hitze leichter bearbeiten, als hartes. Wenngleich ein durch plötzliche Abkühlung härter gemachtes Stabeisen gleichzeitig spröde sein kann, so kann die Sprödigkeit, nicht mit Härte zu verwechseln, doch auch von der Anwesenheit gewisser Substanzen, namentlich von Erdmetallen, hervorgebracht werden, weniger von Mangan.

Verhalten in der Hitze. Verhalten bei erhöhter Temperatur. Blankes Eisen zeigt beim Erwärmen auf 200—400° in steigender Temperatur, und zwar hartes früher als weiches, wechselnde Anlauffarben (blassgelb, strohgelb, orange, violett, dunkelviolett, dunkelblau, hellblau, grün, blassgrün, zuletzt farblos), dann erscheinen die Glühhitzen und zwar bei 525° C. anfangendes Rothglühen, bei 700° Dunkelrothglühen, bei 800° anfangendes, bei 900° stärkeres und bei 1000° völliges Kirschrothglühen, bei 1100° dunkel orange, bei 1200° lichtes

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 191.

Glühen, bei 1300° Weissglühen, bei 1400° starkes und bei 1500–1600° blendendes Weissglühen, bei 1900—2120° C. **Schmelzung** (I. 700). Nach CLEMENT und DESORMES schmilzt Stabeisen bei 2118° C., nach ELSNER vollständig im Gutfeuer eines Porzellanofens und das im Bessemer-Ofen dargestellte Eisen lässt sich in Formen giessen. POUILLET gibt den Schmelzpunct des Stabeisens zu nur 1600° C. an (S. 293). Vor dem Schmelzen wird das Eisen teigartig, **schweissbar**. Hartes Eisen schweisst früher, als weiches.

§. 59. Verhalten des Stabeisens zu andern Körpern.

Sauerstoff.

Sauerstoff. Das Eisen rostet[1]) in feuchter Luft, am schnellsten **rothbrüchiges**, weniger schnell **kaltbrüchiges**. Es verhielt sich bei Krupp'schem Gussstahl, Rybniker Frischeisen, Königshütter Feinkorneisen und Königshütter Walzeisen die Geneigtheit zum Rosten wie 4,83 : 2,14 : 4,99 : 7,78.[2]) Im glühenden Zustande oxydirt sich das Eisen bei Luftzutritt und überzieht sich mit einer nach BERTHIER[3]) aus $\dot{F}e^4 \,\ddot{\bar{F}}e$ bestehenden dunkeln Oxydhaut (**Glühspan, Hammerschlag, Schmiedesinter**), welche zu Eisenverlust durch Abbrand Veranlassung gibt und um so weniger fest anhaftet, je rascher und bei je höherer Temperatur sie sich gebildet hat. Bei niedriger Temperatur behandeltes Stabeisen sieht oberflächlich roth aus.

Durch Hämmern wird der Glühspan vollständiger entfernt, als durch Walzen. Bleibt derselbe dem Eisen beigemengt, so wird es, eben so wie durch Schlacke, unganz, **hadrig**.

Setzt man das Eisen einer anhaltenden hohen Temperatur bei Luftzutritt aus (**trockene Schweisshitze**), so verliert es an Kohlenstoff, nimmt ein ungleichmässig grobkörniges Gefüge bei weisser Farbe und starkem Glanz an (**verbranntes Eisen**) und ist sowohl in der Hitze als Kälte mürbe und brüchig. Auch durch längere Einwirkung

1) Vorgänge beim Rosten: HAUSMANN, Molekularbeweg. S. 68. — Berggeist 1861. S. 275.
2) Berggeist 1861. S. 526.
3) KARST., Arch. 1 R. XI, 433; IX, 508; XIII. 365.

erhöhter Temperatur ohne Luftzutritt kann das Eisen ohne wesentlichen Kohlenverlust ein ähnliches Gefüge durch Krystallinischwerden erhalten, wie verbranntes Eisen (S. 414); das durch zu kaltes Hämmern (S. 415) erfolgende kaltbrüchige Eisen zeigt ein gleichmässiges, feineres Korn. Alle diese veränderten Eisensorten lassen sich wieder verbessern, wenn man ihnen eine sogenannte **saftige Schweisshitze** gibt, d. h. sie unter einer Luft abschliessenden Hülle schweisswarm macht und in diesem Zustande unter Hammer oder Walzen bearbeitet. Durch Phosphor kaltbrüchig gemachtes Stabeisen lässt sich auf diese Weise nicht verbessern. Um das Eisen von vorn herein vor dem Verbrennen zu schützen, bestreut man dasselbe in der Schweisshitze zur Erzeugung einer flüssigen Schlackenhülle mit Sand (**Schweisssand**), der wohl mit Kochsalz versetzt worden, oder mit Glasgalle und bei feineren Arbeiten selbst mit Borax, oder überstreicht dasselbe nach SCHWARZ mit einer concentrirten Wasserglaslösung. Der schmelzende Hammerschlag bildet auch schon eine schützende Schicht.

SISCO[1]) hat ein Verfahren angegeben, das Eisen ohne Schweissung zu vereinigen.

Stickstoff. **Stickstoff** lässt sich zwar mit Eisen in verschiedenen Verhältnissen verbinden[2]), allein die im Grossen dargestellten Stabeisensorten enthalten so wenig davon (nach BOUSSIGNAULT Eisendraht 0,000075 — 0,000086), dass derselbe keine merkliche Rolle bei der Stabeisenbereitung spielen dürfte. Nach JULLIEN[3]) soll verbranntes Eisen Stickstoff enthalten; nach FLEURY[4]) entsteht körniges Eisen durch freiwerdenden Stickstoff, welcher sich mit einem kleinen Theil Kohlenstoff verbindet.

Schwefel. **Schwefel** soll nach KARSTEN das Eisen schon bei $\frac{1}{10000}$ rothbrüchig machen, was jedoch übertrieben ist, da in guten Stabeisensorten bis $\frac{3}{10000}$ Schwefel gefunden sind. Einige Tausendstel Schwefel machen das Eisen erst ent-

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 163.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 248; 1863. S. 116.
3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 148.
4) B. u. h. Ztg. 1861. S. 439.

schieden rothbrüchig, und zwar um so mehr, je schlechter dasselbe gefrischt worden. So liess sich nach EGGERTZ[1]) ein sehr gleichartig gefrischtes Eisen noch bei 0,04 % Schwefelgehalt lochen, während sonst Stabeisen mit diesem Schwefelgehalt schon schlecht ist.

In einer Eisenstange kann der Schwefelgehalt an verschiedenen Theilen wechseln. Nach v. MAYRHOFER (S. 415) ertheilt ein Schwefelgehalt dem kalten Roheisen sehnige Textur und grössere Festigkeit, macht es aber schlecht schweissbar und bei der mechanischen Bearbeitung in der Rothglühhitze unganz und schieferig (rothbrüchig).

Phosphor. Phosphor vermindert die Festigkeit des Eisens bei gewöhnlicher Temperatur, macht es kaltbrüchig, erhöht aber die Schweissbarkeit bedeutend. Fast alles Stabeisen enthält Phosphor und dieser ist nach KARSTEN unschädlich, sobald sein Gehalt unter 0,5 % bleibt. Eisen mit 0,25—0,30 % Phosphor zeigte nach EGGERTZ[2]) schon Kaltbruch, liess sich aber noch zu feinen Schmiedearbeiten, z. B. Nägeln, Draht etc., verwenden. Phosphorhaltiges Eisen wird in der Hitze um so weicher, je grösser der Phosphorgehalt, nimmt eine krystallinische Textur an und wird spröde, wenn es nicht unmittelbar nach der Erhitzung geschmiedet wird. Geschieht dieses, so wird mit der krystallinischen Textur auch die Kaltbrüchigkeit um so mehr vermindert, je länger das Schmieden dauert. In wiefern der schädliche Schwefelgehalt im Stabeisen durch einen gewissen Phosphorgehalt aufgehoben werden kann, ist neuerdings von CARON (S. 47) aufgeklärt worden.

Silicium. Silicium, meist nicht unter 0,05 %, benimmt in grösserer Menge (S. 40) dem Eisen in der Hitze und in der Kälte seine Festigkeit, es wird faulbrüchig, auf dem Bruche dunkelfadig und körnig, wobei oft Theilungsflächen oder Ungänze vorkommen.

Erdmetalle. Erdmetalle[3]) (Aluminium, Calcium etc.) wirken ähnlich, wie Silicium.

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 96.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 418.
3) KARSTEN, Arch. 1 R. IX, 417.

Zinn, Antimon, Arsen.

Zinn, Antimon und Arsen machen das Eisen kaltbrüchig und namentlich vermindert letzteres nach WEHRLE[1]) und MRAZEK[2]) die Schweissbarkeit. Letzterer fand in einem kaltbrüchigen, schwerschweissenden Stabeisen 0,63 Si, 0,055C, 0,290 P, 0,375 As, 0,017 Co, 0,021 Ni, Spur S und Cu.

Nach dem Bericht der englischen Commission für Prüfung des Eisens in Bezug auf seine Anwendbarkeit zu Eisenbahnzwecken brach bestes Dundyvan-Stabeisen von 1 Q.-Z. Querschnitt bei 24,33 Ton. Belastung, 4½ Ctr. dieses Eisens mit 4 Pfd. Zink bei 25,86 Ton., dasselbe Quantum mit 1 Pfd. Zinn bei 23,39 Ton.; Antimon machte Stabeisen hart und krystallinisch.

Nickel, Kobalt.

Nickel und Kobalt scheinen schädlich zu wirken. RUBACH[3]) fand in einem kalt- und warmbrüchigen Eisen 1,53% Ni, 0,63 Co und 0,19 C, aber kein Cu, As, P, S und Si.

Mangan.

Mangan wirkt reinigend beim Frischen (S. 15), geht wenig ins Eisen und macht es dann härter; 0,5 % hat nach TUNNER kaum einen Einfluss auf die Eigenschaften des Stabeisens.

Kupfer.

Kupfer macht in grösserer Menge (einige Zehntel) das Eisen stark rothbrüchig, bei 0,5% schon bedeutend; ein geringer Gehalt schadet weniger, als beim Stahl. Während nach LIST[4]) ein Kupfergehalt im Roheisen beim Verpuddeln desselben sehr störend wirkt, ist dies nach SCHAFHÄUTL[5]) durchaus nicht der Fall, selbst wenn man viel Kupfer zusetzt.

§. 60. Prüfung der Eisensorten.[6])

Eisenproben.

Zur Erkennung und Prüfung der verschiedenen Stabeisensorten dienen folgende Merkmale:

1) Das Verhalten der Eisenstäbe:

1) WEHRLE, Hüttenkunde, II, 23.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 408.
3) DINGL. Bd. 117. S. 395.
4) B. u. h. Ztg. 1860. S. 52.
5) Berggeist 1860. No. 28, 29. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 38.
6) HAUSMANN, Studien des Götting.-Vereins. II, 86. — ERDM. J. f. ök. u. techn. Chem. 1833. No. 2. — Freiberger Jahrb. 1841. S. 1.

a) bei der Wurfprobe, indem man sie von einer bestimmten Höhe auf einen schmalrückigen Ambos wirft, wobei kaltbrüchiges, kalt geschmiedetes und verbranntes Eisen zerspringt. Durch niedrige Lufttemperatur wird das Zerspringen begünstigt.

b) bei der Fallprobe, dem Fallenlassen eines Gewichtes auf den Eisenstab, dessen Schwere und Fallhöhe nach den Querdimensionen des Stabes möglichst verhältnissmässig berechnet sind;

c) bei der Biegungsprobe (schwedische Probe); man spannt den Eisenstab mit der Hälfte der Länge ein und biegt ihn um 90 und 180° hin und her. Kaltbrüchiges, kalt überhämmertes, faul- und rohbrüchiges Eisen bricht oft beim ersten Biegen; weiches Eisen lässt sich lautlos biegen, hartes knistert und zittert;

d) bei der Krümmungsprobe; die Stäbe werden hohl gelegt und an beiden Enden und in der Mitte mit einem scharfkantigen Hammer krumm und wieder gerade geschlagen.

2) Das äussere Ansehn der Stäbe, ob sie glatt und scharfkantig (gutes E.), sehr blank und mit blauer Anlauffarbe (kalt gehämmertes E.) oder mit Flecken (Aschenflecken) von eingehämmertem Schmiedesinter versehen sind; ob sie stumpfe Kanten (verbranntes E.) bei gleichzeitigen Rissen quer gegen die Kanten (Roth- und Rohbruch) oder bei Längsrissen (starker Rothbruch, Rohbruch, hadriges Eisen) besitzen.

3) Das Bruchansehn hinsichtlich der Textur und der Farbe (S. 413). Zur Herstellung einer reinen Bruchfläche haut man den Stab mit einem scharfen Meissel einige Linien tief ein und bricht ihn an dieser Stelle ab. Ein durch wiederholtes Biegen und Abbrechen dabei erhaltener Bruch ist fast immer faserig.

4) Das Verhalten in der Hitze, als: Schweissbarkeit, Funkenwerfen, Verhalten nach dem Ablöschen und bei der mechanischen Verarbeitung, Ausrecken zu feinern Dimensionen und Umbiegen auf die hohe Kante, Lochen, Herstellung eines Hufeisens, Anspitzen im kalten und warmen Zustande etc.

5) Anätzen der Stäbe mit verdünnten Säuren,

wonach hartes, vorher blank gemachtes Eisen eine dunklere Farbe, als kaltbrüchiges E., dagegen eine lichtere, als weiches und rothbrüchiges E. zeigt; ein ungleich harter Stab erhält ein geflecktes Ansehn.

enschaften Stabeisensorten.

Die verschiedenen Eisensorten sind durch folgende Merkmale hauptsächlich characterisirt; je dünner man die Stäbe ausschmiedet, desto deutlicher treten dieselben hervor.

nkorneisen.

1) Feinkorneisen, hartes Eisen, gleichmässig feinkörnig, mit zwischen zinnweisser und bleigrauer Farbe, nicht matt, aber auch nicht zu stark glänzend; beim Biegen wird das Korn nach der Seite gedrängt, nach welcher gebogen worden, und die kurzen Sehnen nach der andern; äusserlich glatt und scharfkantig, grosse Härte und Widerstandsfähigkeit, bedeutende Zähigkeit und Elasticität besitzend; schweisst, feine rothe Schweissfunken werfend und nur wenig feinen Hammerschlag gebend, bei geringerer Hitze, als weiches E. und erfordert dabei eine richtige Behandlung[1]), indem es wegen seiner Härte und Dichtigkeit schwerer schmiedet und eine vorsichtigere Behandlung hinsichtlich der darauf zu gebenden Hitzen erfordert; seine richtige Behandlung im Feuer und beim Schmieden liegt zwischen der des Rohstahls und des Herdfrischeisens; auch nach mehrfachem Bearbeiten in der Hitze vermindert sich der Kohlegehalt nur wenig. Glühend in Wasser abgelöscht, wird es feinkörniger, lichter, etwas härter und wirft sich leichter. Beim Feilen erhält man einen kurzen Span, ohne dass die Feile tief eingreift.

3) Rothbrüchiges Eisen, bei einem Schwefelgehalt, bisweilen bei einem Kupfergehalt des Roheisens entstanden, mit dunkelem, wenig glänzendem Bruch, sowohl fadig, als körnig, hält mehrere Biegungen aus und hat bei starkem Rothbruch grobe graue Sehnen ohne Glanz; die Stäbe sind nicht scharfkantig, haben Kantenrisse und bei starkem Rothbruch Längsrisse, in gewöhnlicher Temperatur fest und biegsam, leicht oxydirbar, in der Schweisshitze unter Entlassung von groben, dicken Schweissfunken gut zu behandeln, aber bei Rothglühhitze brüchig und rissig, namentlich bei dünnem Ausschmieden, beim Biegen, beim Lochen im glühenden Zustande etc. Bei zunehmendem Rothbruche nimmt die Schweissbarkeit um so mehr ab, je härter das Eisen; rothbrüchiges Eisen lässt sich nicht, wie rohbrüchiges, durch saftige Schweisshitzen verbessern.

Rothbr. Eisen.

4) Rohbrüchiges Eisen zeigt in Folge ungleichmässigen Frischens, bei welchem die fremden Bestandtheile ungenügend oder ungleichmässig abgeschieden worden, verschieden grobes und glänzendes Korn von schon fertigem Stabeisen und noch höheren Kohlungsstufen (Stahl oder Roheisen), ist hart und spröde, lässt sich schwer schweissen und schmieden, zeigt Kantenrisse, namentlich an den Enden der Stäbe, und ist sowohl roth- als kaltbrüchig; durch Gärben zu verbessern, indem man den Stab ein paar Mal über einander legt und heftige Schweisshitzen gibt. Rohbruch kommt öfters beim Herdfrisch-, als beim Puddeleisen vor.

Rohbr. Eisen.

5) Kaltbrüchiges Eisen, wohin mehrere harte Eisensorten gehören, welche bei guter Schweissbarkeit und Haltbarkeit in der Hitze im kalten Zustande beim Biegen, Werfen etc. leicht springen und sich durch ein mehr oder weniger stark glänzendes weisses Korn auszeichnen. Es gehören hierher:

Kaltbr. Eisen.

a) Phosphorhaltiges Eisen, hat bläulichweisse, stark glänzende, schiefrige oder flassrige Körner auf dem Bruche, welche in Straten über einander liegen; zeigt in der Hitze das S. 419 angegebene Verhalten und unterscheidet sich von den folgenden Sorten dadurch, dass es nach Behandlung in einer saftigen Schweisshitze (S. 418) und wieder abgekühlt kaltbrüchig bleibt; dasselbe ist schmelzbarer,

wenig oxydirbar, nimmt eine schöne Politur an und gibt beim Feilen einen kurzen, rauhen, weissen Span.

Aehnlich wie Phosphor wirken **Antimon** und **Arsen**, welche sich in der Weissglühhitze durch das Ausstossen eines graulichen Dampfes zu erkennen geben. Das faulbrüchige und verbrannte Eisen ist auch kaltbrüchig.

b) **Kaltgehämmertes Eisen**, welches nach zu sehr gesunkener Glühhitze noch mit benässten Bahnen überhämmert worden, ist äusserlich sehr blank, blau angelaufen, zeigt kein so grobes, weisses, stark glänzendes Korn, als das vorige, sondern ein kleines, gedrängtes, grauglänzendes, ist in der Kälte hart und spröde und dadurch vom Feinkorneisen unterschieden, mit welchem es nur die Härte gemein hat; lässt sich durch gelinde Hitze in weiches Stabeisen umwandeln. Zu kalt gehämmertes Eisen zeigt mehr Härte und Sprödigkeit, als ihm seiner sonstigen Beschaffenheit nach zukömmt.

Verbranntes Eisen.

6) **Verbranntes Eisen**[1]), welches längere Zeit einer trockenen Hitze bei Luftzutritt ausgesetzt und kohlenstoffärmer geworden ist, hat ein ungleichmässiges, sehr grobkörniges Gefüge; die gröberen und kleineren eckigen Körner zeigen sehr starken Glanz, ihr Weiss neigt sich ins Gelbliche und sie sind unregelmässig und lose zusammengeordnet; sowohl warm als kalt brüchig, aber durch eine heftige Schweisshitze zu verbessern, während phosphorhaltiges kaltbrüchiges Eisen sich durch heftige Schweisshitze nicht verbessern, aber in geeigneter Glühhitze gut bearbeiten lässt.

Aehnlich verhalten sich die Eisensorten, welche aus sehnigem Eisen bei anhaltender Wirkung der Wärme, durch vibrirende Bewegung etc. entstanden sind.

Faulbr. Eisen.

7) **Faulbrüchiges Eisen** (S. 40) zeigt auf dem Bruche ein kurz- und dickfaseriges Gefüge von dunkler Farbe und ohne Glanz, im Gemenge mit körnigem Gefüge, hervorgebracht bei nicht vollständiger Abscheidung des Siliciums; ist in der Hitze mehr oder weniger biegsam, zerspringt aber in der Kälte je nach dem Siliciumgehalt mehr oder weniger leicht. Bei starkem Faulbruch gewahrt man

1) Karst., Arch. 1 R. XV, 458.

auf dem Bruche Theilungsflächen und Ungänze. Einige nennen Eisen faulbrüchig, wenn dasselbe Schlacke oder Schmiedesinter eingemengt enthält, wo dann faulbrüchiges und hadriges Eisen nahe identisch sind.

Hadr. Eisen.

8) Hadriges, schiefriges, unganzes Eisen, welches Schlacke oder Hammerschlag sichtbar auf dem Bruche beigemengt erhält oder in Folge schlechter Schweissung oder unpassender Behandlung bei der mechanischen Bearbeitung entstanden ist. Die Ungänzen stellen sich mehr in Gestalt von Längsrissen dar und zeigen sich besonders an den Stabenden, welche man deshalb abhaut. Solches Eisen ist in der Hitze und Kälte unhaltbar, unganze Stellen lassen sich aber durch passende Schweisshitzen beseitigen. Ein grösserer Mangangehalt des Roheisens erzeugt eine dünnflüssige Schlacke, welche sich reiner aus dem Eisen abscheidet.

Schwarzbr. Eisen.

9) Schwarzbrüchiges Eisen[1]) hat man solches genannt, welches im kalten und rothglühenden Zustande fest ist, aber bei einer die Glühhitze noch nicht erreichenden Temperatur brüchig wird. Dieses Verhalten ist noch weiter aufzuhellen, da dasselbe erst einmal an dem Kesselblech eines explodirten Dampfkessels beobachtet ist.

I. Abschnitt.

Darstellung des Stabeisens direct aus Eisenerzen.

Anwendbarkeit der Methode.

§. 61. Allgemeines. Die directe Darstellung des Stabeisens aus Erzen [Rennarbeit[2])] findet eine beschränkte Anwendung, weil nur reine, reiche und leichtflüssige Erze verwendbar sind, welche bei unterbrochenem Ofenbetrieb, bedeutender Eisenverschlackung und grossem Brennmaterialaufwand ein häufig ungleichartiges, von Schlacke verun-

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 406.
2) Bgwfd. VI, 85, 231; VII, 85.

reinigtes und nur durch wiederholte Schweissungen zu verbesserndes Product liefern.

Methoden. Neuere Methoden einer solchen Stabeisendarstellung von v. GERSDORFF [1]) Rösten von Spatheisenstein in einem Flammofen und Glühen desselben mit Kohle in Tiegeln), von THOMA [2]) (Reduction im Gasflammofen), von CLAY [3]) (Erhitzen von Eisenerzen und Kohle in einer Gasretorte und Behandlung des reducirten Eisens im Puddelofen), von RENTON [4]) (Reduction der Eisenerze mittelst Kohlenoxydgases in nicht sehr stark erhitzten stehenden Röhren und Luppenmachen im Puddelofen), CHENOT [5]) (reducirendes Rösten der Erze, um sie in magnetisches Eisenoxyduloxyd zu verwandeln, Zerquetschen, Ausziehen der magnetischen Theile mittelst eines electromagnetischen Apparates, Reduction des Erzes mittelst Kohlenoxydgas, Zermahlen des erhaltenen Eisenschwammes, Mengen des Pulvers mit Soda, Pressen in cylindrische Form und Ausschweissen), von ROGER'S [6]) (Glühen des Erzes mit Kohle in einem rotirenden Cylinder und Luppenbildung im Puddelofen), von SIVIER und CURTIS [7]), HENDERSON [8]) u. A. scheinen meist keinen practischen Erfolg gehabt zu haben und nur hier und da wendet man bei gut geeigneten Erzen und billigen Holzkohlen das sehr alte Verfahren der Eisenbereitung in Herden oder Rennfeuern (S. 206), seltener das in kleinen Schachtöfen, Stücköfen (S. 206), an. GURLT'S Methode der Roheisenerzeugung mittelst Gasen (S. 205) ist von CLERK [9]) in Biscaya mit Vortheil auf die Darstellung von Stabeisen direct aus Erzen in einem Schachtofen (S. 71) angewandt worden.

§. 62. Rennarbeit in Herden. [10]) Man unterscheidet:

1) B. u. h. Ztg. 1843. S. 320, 577.
2) B. u. h. Ztg. 1845. S. 167, 871.
3) HARTMANN, Fortschr. I, 252.
4) B. u. h. Ztg. 1856. S. 133, 180.
5) B. u. h. Ztg. 1856. S. 104; 1857. S. 181. — DINGL. Bd. 138. S. 209. — TUNNER's Bericht über die Paris. Ind.-Ausstell. 1855. S. 46.
6) B. u. h. Ztg. 1862. S. 341.
7) B. u. h. Ztg. 1860. S. 504.
8) B. u. h. Ztg. 1863. S. 439.
9) Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 294.
10) KARST., Arch. 1. R. IX, 465. — ERDM., J. IX, 361, 371. — DINGL.

1) Deutsche Luppenfrischerei. In einem mit Kohlenlösch ausgeschlagenen Herde wird aus leichtflüssiger Erzbeschickung ein Ueberzug der Herdwände gebildet, der Herd mit Kohlen gefüllt, dann Erz mit Schaufeln aufgegeben und dieses erst wiederholt, wenn das Erz bei horizontaler Formlage durch die Kohlen hindurchgeschmolzen ist. Die Entkohlung wird durch Aufgeben stark zerkleinter Erze befördert, welche vorrollen und eine Kochschlacke bilden. Die ausgebrochene Luppe wird je nach dem Grade der Gaare entweder nochmals in einem Löschfeuer umgeschmolzen oder gleich zerschroten und bei der folgenden Luppe mit ausgeschmiedet. Man bringt oft nur die Hälfte des in den Erzen vorhandenen Eisens aus und braucht auf 1 Ctr. ausgebrachtes Eisen bis 80 Cbfss. Holzkohlen.

Deutsche Luppenfrischerei.

2) Französische Luppenfrischerei. Das Erz wird in demselben Herd oder in einem besonderen Herd geröstet und reducirt und dann erst umgeschmolzen. In verschiedenen Gegenden gibt man den Herden verschiedene Dimensionen; die kleinsten sind die häufig durch rohe Wassertrommelgebläse betriebenen katalonischen (I. 619. Taf. XV. Fig. 376, 377), in den mittleren und östlichen Pyrenäenländern gebräuchlich und in Schweden [1]) mit theilweise phosphorhaltigen Erzen versucht; 20 Zoll lang und breit, 16 Z. tief, Formhöhe 9 Z. über dem Boden, Einsatz 3—4 Ctr. Erz. Etwas grösser sind die Navarrischen Feuer, 30 Z. lang, 24 Z. breit, 24 Z. tief, Formhöhe 14—15 Z., Einsatz 5—6 Ctr., im französischen und spanischen Navarra und Guipuscoa gebräuchlich. Am grössten sind die Biscayischen Feuer, 40 Z. lang, 30—32 Z. breit, 24—27 Z. tief, Formhöhe 18 Z., Einsatz 7—8 Ctr., in Biscaya und einem grossen Theil von Navarra angewandt. Man führt in dem mit Kohlenlösch ausgefütterten Herd an der der stark geneigten Form gegenüber liegenden Seite eine Mauer von grobem Erze auf, welches mit einem Gemenge von Kohlenstaub und angefeuchtetem Erzklein bedeckt wird, füllt den etwa $^2/_3$ der Herdbreite ausmachenden Raum zwischen Formseite und Erz-

Französ. Luppenfrischerei.

Bd. 66. S. 218; Bd. 71. S. 52, 415; Bd. 82. S. 40; Bd. 80. S. 29; Bd. 85. S. 367; Bd. 78. S. 229.

1) Tunner, Ber. über die London. Ind.-Ausst. von 1862. S. 19.

mauer mit Kohlen und wärmt etwa $1^1/_2$—2 Stunden die Kolben von den vorigen Luppen zum Ausschmieden vor. Unterdessen dringen reducirende Gase in die Erzwand, welche während des Anwärmens der Kolben nicht niederschmelzen darf. Ist letzteres nach etwa 2 Stunden beendigt, so verstärkt man den meist durch ein Wassertrommelgebläse gelieferten Wind, welcher, auf den Fuss der Erzmauer treffend, durch die hervorgebrachte grössere Hitze die flüssige Schlacke von dem reducirten Eisen trennen soll. Nachdem erstere abgelassen, rückt man die Erzwand mittelst Brechstangen der Form näher, bricht nach und nach den erweichten Fuss der Wand los und nähert ihn der Form, wodurch die Wand allmälig zum Niedersinken gebracht wird. Ist dies geschehen, so bricht man die Luppe aus, zerschrotet sie und schweisst die Schirbel in der nächsten Charge aus. Durch Zusatz von Stauberzen während des Schmelzens regulirt man das Gaaren und die Consistenz der Schlacke. Auf 1 Ctr. Eisen gehen etwa 50 Cbfss. Kohlen. Eine Schmelzung dauert an 6 Stunden und man hat bei einem Ausbringen der Erze von 33% eine Wochenproduction von 70—80 Ctr. Stabeisen.

Italien. Luppenfrischerei.

3) Italienische Luppenfrischerei, auf der Insel Corsica und an der Westküste Italiens üblich. Sie erfordert mehr Zeit und Brennmaterial, als die französische, indem man Reduction und Schmelzung nicht gleich auf einander folgen lässt, sondern jedesmal so viel Erz röstet und reducirt, als zu einem viermaligen Schmelzen erforderlich ist.

II. Abschnitt.

Darstellung des Stabeisens aus Roheisen.

Zweck des Frischens.

§. 63. Allgemeines. Die Umwandlung des Roheisens in Stabeisen (das Frischen) bezweckt die Oxydation des grössten Theils seines Kohlenstoffgehaltes, sowie zur Erlangung eines in der Kälte und Hitze gleich dehnbaren Eisens die möglichst vollständige Abscheidung der fremden Beimengungen (Schwefel, Phosphor, Silicium, Arsen etc.)

ebenfalls durch Oxydation, wobei sich theils flüchtige, theils feste verschlackbare Producte bilden.

Als Oxydationsmittel dienen hauptsächlich der Sauerstoff der atmosphärischen Luft (Zug- und Gebläseluft) und sauerstoffreiche Zuschläge (oxydirtes Eisen, Eisenfrischschlacken), von denen bald das eine (Glühfrischen), bald das andere Mittel, am meisten aber letzteres (Schlackenfrischen) mehr zur Wirkung gelangt. Seltener kommt als Oxydationsmittel überhitzter Wasserdampf[1]) in Anwendung.

Allgemeines Verfahren.

Weniger häufig wird der Oxydationsprozess in der Glühhitze (TUNNER's Glühfrischen), als in der Schmelzhitze (Frischen im Herd, im Flammofen und im Bessemerofen) ausgeführt. Das nach letzterer Methode erhaltene Frischeisen (Luppe, Bal) ist mit Schlacke so stark verunreinigt, dass dieselbe auf mechanischem Wege gewaltsam ausgepresst werden muss (das Zängen oder Ganzmachen der Luppe unter Hämmern, Walzen, Quetschen oder in Luppenmühlen), bevor das Eisen auf mechanischem Wege unter Hämmern oder Walzwerken zu den erforderlichen Dimensionen ausgereckt werden kann (die Formgebung). Dieses Ausrecken wird entweder sofort, aber seltener, mit der gezängten Luppe vorgenommen (z. B. beim Walzwerkbetriebe zur Darstellung von Rohschienen) oder zur möglichst vollständigen Ausscheidung der Schlacke und zur Erzielung einer ganzen Eisenmasse der mechanische Prozess noch ein oder mehrere Male wiederholt, indem das Eisen jedesmal zuvor in Schweissfeuern, Schweissöfen oder denselben Herden, in denen die Luppe erzeugt worden, weissglühend gemacht wird (Schweissen). Dabei werden die bei der mechanischen Bearbeitung erhaltenen noch nicht gleichmässigen Stäbe oder Schienen in kleinere Stücke zertheilt, diese zu Bündeln oder Paqueten vereinigt (Paquetiren), schweisswarm gemacht und wiederholt geschmiedet oder gewalzt, indem man jedesmal eine Schweisshitze vorangehen lässt. Das Ausrecken zur fertigen Waare geschieht in etwas geringerer Hitze, als das Ganzmachen.

---

1) DINGL. Bd. 165. S. 137. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 96.

Frischmethoden.

§. 64. **Frischmethoden.** So einfach der Frischprozess in seinen chemischen Vorgängen erscheint, eben so schwierig ist seine Ausführung, indem es dabei hauptsächlich auf mechanische Geschicklichkeit und ein geübtes Auge ankommt. Der Prozess selbst muss je nach der Beschaffenheit des zu Gebote stehenden Brennmaterials und Roheisens passend modificirt werden und hat dieselbe einen wesentlichen Einfluss auf die zu wählende Frischmethode.

Es lassen sich nachfolgende Hauptfrischmethoden unterscheiden:

Glühfrischen.

1) Das **Glüh- oder Trockenfrischen**, wobei die Entkohlung nach KARSTEN's Vorschlag vom Jahr 1828 durch Glühen flacher Roheisengänze in einem regelmässigen Luftstrom oder nach TUNNER's Methode [1]) vom Jahr 1846 — deren Priorität demselben von WEBER [2]) ohne Grund streitig gemacht worden — durch Glühen von 7—9 Linien starken Gusseisenstäben in Cementirkisten während 15—35 Tagen in Quarzsand geschieht. Bei dieser Einrichtung findet ein regelmässiger Luftzutritt statt. Je nach der Dauer des Glühens oder der Anwendung von mehr oder weniger Sauerstoff abgebenden Körpern [Eisenoxyd, Zinkoxyd [3]), Braunstein] kann man Stahl (**Glühstahl**) oder **geschmeidiges Eisen** von guten Eigenschaften erhalten, welches auch wohl **hämmerbares Gusseisen** (I. 723, 725. III. 17) genannt wird. Dasselbe lässt sich gut ausrecken, paquetiren und schweissen. Wie die Analysen von GOTTLIEB und RICHTER (I. 726) nachweisen, so verschwindet beim Glühen des Roheisens nicht nur der grösste Theil des Kohlenstoffs und Schwefels als Kohlenoxydgas und schweflige Säure, sondern auch ein grosser Theil Silicium und Mangan, indem sich beide oxydiren und ein Mangansilicat bilden, welches aus der porösen Eisenmasse aussaigert, vielleicht auch in ähnlicher Weise ausgeschieden wird, wie die Narben

1) Oesterr. Ztschr. 1856. No. 16, 44. — B. u. h. Ztg. 1856. No. 23. — Berggeist 1860. S. 476. — TUNNER, Stabeisen- und Stahlbereitung. II, 49.

2) Oesterr. Ztschr. 1856. No. 42.

3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 440; 1861. S. 171, 236.

aus manganhaltigen Roheisensorten (I. 767). Dieses Frischverfahren ist nur für die reinsten Roheisensorten anwendbar und deshalb in seiner Anwendung beschränkt.

2) Das Bessemerfrischen oder Bessemern. Schon seit längerer Zeit hat man graues Roheisen dadurch von Phosphor, Schwefel, Silicium etc. theilweise gereinigt und zum Frischen vorbereitet, dass man entweder auf das flüssige Roheisen im Herde des Eisenhohofens längere Zeit den Gebläsewindstrahl einwirken liess [Eifler Läuter- oder Destillationsprozess[1])] oder das flüssige Roheisen in ein Feineisenfeuer abstach und dasselbe bei Zuleitung von viel Wind verblies [MARTIEN's Methode[2]), Verfahren zu Dowlais]. BESSEMER[3]) leitete dann das flüssige Eisen aus dem Hohofen in einen Gebläseofen und liess darin ohne Anwendung von besonderem Brennmaterial den Kohlenstoff des Roheisens durch eingeleitete Gebläseluft verbrennen. Die dabei entstehende Temperatur, sowie die des gleichzeitig verbrennenden Eisens und des flüssigen Roheisens selbst reichte hin, das Stabeisen flüssig zu machen.[4]) Es ist sehr schwierig, bei Anwendung selbst eines reinen Roheisens den Kohlenstoff bis zur erforderlichen Grenze abzuscheiden, so dass leicht ein mürbes, kohlenstoffarmes, verbranntes Eisen (S. 417) entsteht, welches bei unreineren Roheisensorten gleichzeitig kalt- und warmbrüchig ist, weil sich bei dem schnellen Verlauf des Frischens Phosphor und Schwefel nicht genügend abscheiden lassen. Aus diesem Grunde, sowie wegen starken Eisenabbrandes hat dieses Frischverfahren (von GURLT Windfrischen genannt, während doch das oxydirte Eisen die Entkohlung hauptsächlich bewirken dürfte) keinen allgemeineren Eingang gefunden, dagegen zur vortheilhaften Anwendung für die Stahlbereitung, wo man den Entkohlungspunct besser merken kann, geführt, und soll unter „Stahl“ weiter

Bessemern.

---

1) Berggeist 1860. S. 541.
2) Oesterr. Ztschr. 1856. S. 327, 334. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 424; 1860. S. 36.
3) B. u. h. Ztg. 1856. S. 359, 419; 1857. S. 161, 187, 253, 378. — Oesterr. Ztschr. 1856. S. 327, 334; 1857. S. 117.
4) SCHMIDT in B. u. h. Ztg. 1857. S. 17.

die Rede davon sein. OESTLUND [1]) hat BESSEMER's Eisenfrischmethode dadurch anwendbarer gemacht, dass er Gebläseluft nebst Kohlenoxydgas über die Oberfläche des geschmolzenen Roheisens leitet und das Eisen in teigartigem Zustande zängt.

Herdfrischen.

3) Das Frischen in Herden mit Holzkohlen bei Anwendung von Gebläseluft, welche gleichzeitig mit eisenreichen Schlacken als oxydirendes Agens dient. Das Zängen und Ausrecken der Luppen geschieht unter Hämmern.

Flammofenfrischen.

4) Das Frischen in Flammöfen (Puddeln) mit rohen oder gasförmigen Brennmaterialien bei grösseren Schlackenzuschlägen, welche hauptsächlich nur oxydirend wirken. Das Zängen der Luppen geschieht unter verschiedenen Maschinen (Hämmern, Quetschen, Walzen, Luppenmühlen) und das Ausrecken seltener unter Hämmern (Ilsenburg, Oberharzer Hütten), als unter Walzen.

Combinirtes Flammofen- u. Herdfrischen.

5) Combinirtes Flammofen- und Herdfrischen, wobei das Roheisen im Puddelofen in mehr oder weniger gaares Frischeisen verwandelt und dieses im Herde völlig gegaart wird.

Die unter 3 und 4 angegebenen Frischmethoden sind die am häufigsten angewandten und sollen deshalb im Folgenden näher betrachtet werden. Bei einer Vergleichung [2]) derselben ergibt sich Nachstehendes:

Vergleichung des Herd- und Flammofenfrischens.

1) Beim Puddeln lässt sich aus einem unreinen Eisen bei passender Abänderung des Prozesses ein besseres Product erzeugen, als im Frischherd, man kann bei ersterem alle Stadien mit dem Auge verfolgen und ist nicht blos auf das Gefühl mit der Hand beschränkt, man hat eine oxydirende und reducirende Wirkung in der Gewalt, namentlich bei Gasöfen, und gegebene Zuschläge sind wirksamer.

Beim Herdfrischen kommt Alles auf den Fleiss und die

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 296; 1860. S. 206.

2) DINGL. Bd. 116. S. 272. — B. u. h. Ztg. 1843. S 217; 1852. S. 726; 1862. S. 390. — Bgwfd. V, 22; VII, 156. — TUNNER, Stabeisen- und Stahlbereitung. II, 300. — WACHLER in Schles. Wochenschr. 1860. No. 7; B. u. h. Ztg. 1861. S. 169. — Umwandlung einer Frischhütte in ein Puddelwerk: Berggeist 1860. S. 635.

Geschicklichkeit des Arbeiters an, und es lassen sich die Manipulationen weniger durch einen Beamten genügend überwachen, als beim Puddeln.

2) Der Puddelbetrieb in Verbindung mit Walzwerksbetrieb gestattet eine grössere und billigere Production, indem eine weniger gute Roheisenqualität (Koksroheisen), sowie rohes oder gasförmiges Brennmaterial in Anwendung kommen kann, von letzterem weniger erforderlich ist, als von Holzkohlen beim Herdfrischen, und der Prozess bei grösseren Roheisenquantitäten rascher geht. Beim Herdfrischen erhält man 100 Pfd. Stabeisen von etwa 139 Pfd. Roheisen und verbraucht darauf 1—1 1/3 Ctr. Holzkohlen; beim Puddeln erfolgen von 125 bis 140 Pfd. Roheisen 100 Pfd. Stabeisen mit etwa 100 Pfd. Steinkohlen. Man verarbeitet in derselben Zeit im Puddelofen über 3mal so viel Roheisen, als im Herd und, wie TUNNER[1]) nachgewiesen hat, belaufen sich die Kosten beim Verfrischen von weissem Roheisen für 100 Pfd. Stabeisen: bei der Schwallarbeit auf 7 fl. 45 kr., bei der Lancashire-Frischmethode mit Schweissherden auf 8 fl. 12 kr., bei derselben Arbeit mit Schweissöfen auf 7 fl. 53 kr., beim Puddeln und Schweissen mit Holz auf 7 fl. 35 kr. und bei denselben Arbeiten mit Braunkohlen auf 7 fl. 22 kr.

3) Da der Puddelbetrieb bei weniger hoher Temperatur, aber mit mehr Schlacken durchgeführt wird, als das Herdfrischen, so bedarf's beim Zängen zum Auspressen der Schlacke kräftigerer mechanischer Mittel und wiederholter Schweisshitzen, und es leisten dabei Hammerwerke mehr, als Walzwerke und sonstige Vorrichtungen.[2]) Nach CORBIN-DESBOISSIÈRES[3]) ist die bessere Qualität des Herdfrischeisens hauptsächlich mit der höheren Temperatur in Herden zuzuschreiben, in welcher die Eisentheilchen besser zusammen schweissen und ein homogeneres Eisen geben, als bei der in gewöhnlichen Puddelöfen nicht zu erreichenden so hohen Temperatur, wobei leichter faulbrüchiges und hadriges Eisen entsteht. Ist das Ganzmachen oder Schweissen des Eisens

1) TUNNER, Stabeisen- und Stahlbereitung. II, 309.
2) TUNNER c. l. S. 305.
3) B. u. h. Ztg. 1859. S. 13.

unter dem Hammer ausgeführt, dann erhält man beim Ausrecken des Eisens sowohl unter Hämmern, als unter Walzen ein gleich gutes Product, dagegen ist die Leistungsfähigkeit der letzteren ungleich grösser und die Arbeit erfordert weniger Geschicklichkeit, als bei ersteren, so dass die Walzen die beste Vorrichtung zum Formgeben sind. Nach TUNNER kann man durchschnittlich rechnen, dass bei Anwendung von Hämmern 2—3 mal soviel Arbeiterhände, 4—5 mal soviel Betriebskraft und 2—3 mal soviel Reparaturen, als bei Walzen, zur Darstellung derselben Stabeisenmenge erforderlich sind.

4) Kommt es weniger auf die Grösse und Billigkeit der Production, als auf die Herstellung ausgezeichneter, fester und härterer Stabeisenqualitäten an, so zieht man zuweilen den Frischherd dem Puddelofen vor. Dies hat seinen Grund hauptsächlich darin, dass man in ersterem ein reines Roheisen verarbeitet, dieses tropfenweise vor der Form niederschmilzt, bei Anwendung von weniger Schlacken in höherer Temperatur wiederholt aufbricht und durcharbeitet, wodurch fremde Beimengungen besser ausgeschieden werden, während das poröse, schlackenreichere Eisen im Puddelofen zusammenballt und die eingemengte Schlacke nur durch wiederholte mechanische Bearbeitung und Schweisshitzen beseitigt werden kann.

An dem wegen der geringeren Schlackeneinmengung dichteren und weniger unganzen Herdfrischeisen lassen sich bei dem Ausrecken unter Hämmern [1]) etwaige Fehlstellen wahrnehmen und noch beseitigen. Während früher das Herdeisen sich vor dem Puddeleisen durch körniges Gefüge und grössere Härte auszeichnete, so hat man jetzt gelernt, auch im Puddelofen solches Feinkorneisen darzustellen. Unreineres, Phosphor und Schwefel enthaltendes Roheisen liefert im Frischherd ein schlechteres Stabeisen, als im Puddelofen, wegen der möglichen Reduction verschlackter Bestandtheile in Berührung mit Kohle.

Verschiedene Combination les Frisch- u. Schweissprozesses.

Je nach Localverhältnissen finden sich auf Stabeisenhütten nachstehende Vorrichtungen [2]) mit einander combinirt:

1) HARTMANN, Fortschr. I, 343.
2) Berggeist 1860. S. 628.

1) Frischfeuer- und Hammerbetrieb, wobei der Frisch- und Schweissprozess in ein und demselben Feuer gleichzeitig, unter Ersparung von Holzkohlen, ausgeführt wird, z. B. bei der deutschen Frischschmiede (Oberharzer combinirtes Klump- und Durchbrechfrischen).

2) Frischfeuer-, Schweissfeuer- und Hammerbetrieb. Nur in sehr holzreichen Gegenden, z. B. in Polen, geschieht das Frischen und Schweissen mit Holzkohlen; zur Ersparung daran führt man letzteren Prozess meist mit Koks (Pontipool, Ystalifera, Neustadt-Eberswalde, Rybnik) oder mit Steinkohlen in Schweissfeuern aus (Oberschlesien, Thüringen, früher im Siegenschen und in der Mark). Je besser die Qualität des Roheisens, um so besser fällt das Stabeisen aus (Siegen, Thüringen), während dagegen ein minderes Roheisen (Oberschlesien) sich besser für den Puddelofen eignet.

3) Frischfeuer-, Schweissofen- und Hammerbetrieb (seltener Walzwerksbetrieb) für grössere Productionen und gute Stabeisenqualität, wobei der Schweissofen durch Steinkohlen (Rybnik in Schlesien, Erlahammer in Sachsen), Braunkohlen (Steyermark), Holzkohlen, Holz- und Torfgase (Eckmann'sche Schweissöfen in Schweden) oder die Ueberhitze von Frischfeuern (Donnersbach in Steyermark) geheizt wird.

4) Puddelofen-, Schweissfeuer- und Hammerbetrieb, hauptsächlich in Gegenden, wo man aus Mangel an Holzhohlen vom Herdfrischen zum Puddeln überging und bei verhältnissmässig geringer Production den Hammerbetrieb beibehalten musste [Siegen[1]), Nassau, Eifel, Thüringen, Königshuld, Ilsenburg, Oberharz[2])]. Die Puddelöfen werden bald mit festen, bald mit gasförmigen Brennmaterialien gespeist, die Schweissfeuer mit Steinkohlen oder Koks. Wachler[3]) empfiehlt dieses Verfahren für Oberschlesien. Hinsichtlich der Qualität des Stabeisens herrschen noch Meinungsverschiedenheit darüber, ob es besser sei, das

1) Schles. Wochenschr. 1860. No. 18.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 18.
3) B. u. h. Ztg. 1861. S. 352.

Eisen mit Holzkohlen in Herden zu frischen und die Luppen in Schweissfeuern mit Koks auszuschweissen (S. 435), oder zu puddeln und das Ausschweissen der Bals mit Holzkohlen vorzunehmen [Blechhammer[1]) in Oberschlesien].

5) Puddelofen-, Schweissofen- und Walzwerksbetrieb für Werke mit bedeutenden Productionen, welche in der Nähe der Steinkohlengruben liegen, zum Umtriebe der Maschinen Dampfkraft benutzen und meist ein billiges Koksroheisen verarbeiten (England, Belgien, Frankreich, Westphalen etc.). Ausser Steinkohlen kommen auch Braunkohlen (Prävali in Kärnthen, Maximilianshütte bei Regensburg, Hachenburg in Nassau) und Torf (Kallich in Böhmen, Neustadt in Hannover) zur Verwendung und dann zuweilen auch Holzkohlenroheisen.

Combination des Herd- u. Flammofenfrischens.

Auch hat man zur Ersparung von Brennmaterial oder zur Erzielung eines besseren Eisens das Herd- und Flammofenfrischen (gemischte Frischmethoden) in verschiedener Weise combinirt, namentlich in Oberschlesien, wo man, statt das Roheisen zu feinen und dann im Herde zu frischen, dasselbe gepuddelt, die Luppen gut gezängt und dann nochmals im Frischfeuer völlig zur Gaare gebracht hat. Man erhielt so, z. B. zu Rybnik, ein besseres Eisen bei geringerem Abgang und sparte an 42 % Holzkohlen.

Erster Theil.

Herdfrischen.

Umfang.

§. 65. Allgemeines. Es gibt eine grosse Anzahl von Frischmethoden[3]), welche alle die Darstellung eines

1) Berggeist 1862. No. 95. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 123.

2) Bgwfd. III, 465, 481; VIII, 357. — B. u. h. Ztg. 1844. S. 73; 1849. S. 106; 1861. S. 371; 1863. S. 123. — Berggeist 1860. S. 595. — Schles. Wochenschr. 1860. No. 18.

3) Wiegand, Frischhüttenbetrieb. Berlin 1837. — Overmann, Frischen des Eisens. Brünn 1838. — Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung in Frischherden. 2 Bde. Freiberg 1858. — Karst., Eisenh.

ten Stabeisens bezwecken, aber je nach der Beschaffenheit s Roheisens verschiedene Mittel und Manipulationen zur reichung des Zweckes anwenden müssen. Bevor im Nachgenden von diesen einzelnen Frischmethoden weiter e Rede sein kann, muss eine Bekanntschaft mit den rischmaterialien und Frischvorrichtungen vorausesetzt werden.

Erstes Kapitel.

Frischmaterialien.

Verhalten der Roheisensorten.

§. 66. Roheisen. Je nachdem die Roheisensorten[1] eim Frischen ihren Kohlenstoff mehr oder weniger leicht erlieren und in Frischeisen übergehen, nennt man sie gaarchmelzig (weiche Flossen) oder rohschmelzig harte, sperre, frische Flossen). Von wesentlichem Einflusse auf dieses Verhalten ist der grössere oder geringere Gehalt des Roheisens an schwer verbrennlichem Graphit und lie Eigenschaft, mehr oder weniger dünnflüssig einzuschmelzen, sich also rascher oder langsamer dem Einfluss der oxylirenden Agentien zu entziehen. Durch gewisse Vorbereiungsprozesse, welche hauptsächlich in einer kräftigen Oxydation der fremden Bestandtheile und einer Ueberführung des Graphites in chemisch gebundenen Kohlenstoff bestehen, lassen sich unreine und rohschmelzige Roheisensorten für den Frischprozess geeigneter machen, jedoch nicht ohne

3. Aufl. — Valerius, Stabeisenfabrikation, deutsch von Hartmann. 1845. S. 464. — v. Mayrhofer, Erscheinungen beim Frischen des Roheisens in Frischfeuern: Bgwfd. VII, 177. — Thirria, über die Vervollkommnungen und Veränderungen des Herdfrischens: Bgwfd. IV, 177; V, 33, 72, 102, 138, 152, 171, 185, 197, 218; VI, 103. B. u. h. Ztg. 1842. S. 133. — Gurlt, die Entwicklung des Eisenfrischprozesses in der Neuzeit: Berggeist 1860. S. 467, 483.

1) Classification der schottischen und engl. Roheisensorten und ihre Auswahl zu verschiedenen Verwendungen: Leoben. Jahrb. 1852. II, 114. — Desgl. der belgischen Roheisensorten: Ibid. S. 101.

grössern Aufwand an Brennmaterial und sonst grössere Kosten.

Aber nicht immer ist das gaarschmelzige Roheisen das beste; je unreiner, desto rohschmelziger ist ein Roheisen im Allgemeinen zu halten, um hinreichende Zeit zur Abscheidung der Unreinigkeiten zu gewinnen. Mittel dazu gewähren ausser der günstigen Beschaffenheit eines rohschmelzigen Roheisens selbst die Zustellung des Frischfeuers, das Stechen der Form, die Anwendung passender Zuschläge etc. Für das Frischen ist die Gänze- oder Striezelform[1]) zweckmässiger, als die Brockengestalt (S. 311) des Scheibeneisens oder der Blattl.

Luckige Flossen

1) Weisses luckiges Eisen (S. 16, 331) verhält sich wegen seines geringen Gehaltes an chemisch gebundenem Kohlenstoff und seines zähflüssigen Einschmelzens äusserst gaarschmelzig, ist dabei sehr rein und enthält meist nur etwas beim Frischen sehr förderliches Mangan. Am schnellsten verkochen die sehr kohlenstoffarmen gekrausten Flossen (S. 331), welche nur bei grosser Reinheit in der ersten Periode des Frischprozesses oder bei Anwendung von erhitzter Luft zugesetzt werden. Sie haben ein körniges Gefüge, viele grosse, mit Anlauffarben überzogene Löcher und grosse Festigkeit. Etwas langsamer verkochen die kleinluckigen Flossen mit noch strahligem Gefüge wegen eines grösseren Kohlengehalts, der in den grossluckigen Flossen noch steigt. Beide geben, wenn sie rein sind, das beste Material für die Stabeisenbereitung; letztere verwendet man aber auch schon gern zur Stahlerzeugung, weil sie nicht zu rasch frischen. Manche durch Feinen vorbereitete Roheisensorten haben die Beschaffenheit des luckigen Roheisens.

Blumige oder strahlige Flossen.

2) Blumige oder strahlige Flossen (S. 16, 331), kohlenstoffreicher als die vorigen, weniger leicht verkochend, mehr zur Stahl-, als zur Stabeisenfabrikation dienend. Weil sie keine Löcher enthalten, nennt man sie auch wohl ganze Flossen. Dass diese weissen Roheisensorten, wie Minary

1) Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung. I, 3; II, 62.

und RÉSAL [1]) meinen, einen Sauerstoffgehalt besitzen, welcher beim Frischen derselben von wesentlichem Einfluss sei, ist irrig.

Spiegeleisen.

3) Spiegeleisen (S. 8, 329) ist wegen seines grösseren Gehaltes an chemisch gebundenem Kohlenstoff und seines dünnen Flusses rohschmelziger, als die vorigen Sorten, aber doch gaarschmelziger, als das graue graphitische Roheisen und bei einem variablen Mangangehalt sehr rein, weshalb es ein ausgezeichnetes Stabeisen gibt, aber doch weniger für sich, weil zu theuer, zur Frischeisen-, als mit anderen Roheisensorten dazu oder für sich zur Stahlbereitung angewandt wird. Je mehr sich die Farbe von Silberweiss entfernt, um so unreiner pflegt das Spiegeleisen zu sein.

Gaares Weisseisen.

4) Weisses gaares Roheisen (S. 18, 332), je nach seinem Kohlenstoffgehalt mehr oder weniger teigartig einschmelzend, aber unreiner (z. B. Koksroheisen), als die vorigen Sorten und deshalb meist nur bei einem roheren, verzögerten Frischen oder in Gemeinschaft mit grauem Roheisen brauchbares Stabeisen liefernd. Wegen des Gehaltes an chemisch gebundenem Kohlenstoff frischen diese Sorten rascher, als die grauen. Ein Mangangehalt ist förderlich.

Grelles Weisseisen.

5) Weisses grelles Roheisen vom Rohgang (S. 19, 333) ist unreiner, als das vorige und häufig auch als graue Roheisensorten, zeigt je nach seinem Kohlenstoffgehalt verschiedene Grade der Gaarschmelzigkeit und pflegt um so schlechter zu sein, je leichter es gaart, weil dann die Unreinigkeiten nicht Zeit haben, sich abzuscheiden. Durch Vorbereiten, womit aber ein grösserer Aufwand an Zeit, Brennmaterial und Eisenabgang verbunden ist, lässt sich dasselbe nicht immer gehörig reinigen. Solches schlechtes weisses Eisen unterscheidet sich meist durch seine schmutzige, graulichweisse Farbe, mehr körnige oder schuppige Textur von den guten Sorten mit silberweisser Farbe und strahlig-krystallinischem Gefüge.

Abgeschrecktes Weisseisen.

6) Weisses abgeschrecktes, strahliges Roheisen (S. 20), durch Abschrecken von grauem Eisen erhalten, besitzt dessen ganzen Kohlenstoffgehalt, aber meist chemisch gebundenen, und ist deshalb rohschmelziger, als die demselben

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 343.

ähnlichen, gleich anfangs weiss erblasenen strahligen Roheisensorten mit geringerem Kohlenstoffgehalt. Nur die halbirten oder aus reinen leichtschmelzigen Erzen erzeugten grauen Roheisensorten lassen sich leicht durch Abschrecken in künstliches Weisseisen umwandeln (Kärnthner Blattl). Aus strengflüssigen Beschickungen erblasenes Graueisen wird beim Abschrecken nur etwas lichter und nicht strahlig im Bruche.

Graues Roheisen.

7) Graue Roheisensorten (S. 21, 320) frischen, je nach ihrem Graphitgehalt und weil sie dünn einschmelzen, langsam, sind also mehr oder weniger rohschmelzig und geben mehr Abbrand, als die weissen. Dieses ist bald erwünscht, wenn sie noch andere Unreinigkeiten enthalten, bald nicht, wie bei reineren Sorten, wenn diese frei von Schwefel und Phosphor sind und nicht zu viel Silicium (S. 39) vorhanden. Siliciumreiches Roheisen, namentlich bei heissem Winde[1]) und zu saurer Beschickung erblasenes schwarzgraues, bedarf zum Einschmelzen einer hohen Temperatur, wird dann ganz dünnflüssig, ist zum Rohgang sehr geneigt und veranlasst viel Verlust an Brennmaterial, Zeit und Eisen[2]), indem 1 Theil Silicium zur Verschlackung der etwa 6fachen Eisenmenge beiträgt.

Die Verbindungsweise des Siliciums scheint dabei einen wesentlichen Einfluss auf den Frischprozess auszuüben. RICHTER[3]) hat in dieser Beziehung auf die schwere Verbrennlichkeit des im Roheisen enthaltenen krystallisirten Siliciums aufmerksam gemacht, sowie SCHAFHÄUTL[4]) auf die schwierigere Oxydirbarkeit des Kohlenstoff- und Kohlenstickstoffsiliciums.

Bei einem grösseren Schwefel- und Phosphorgehalt im Roheisen kann aber ein grösserer Siliciumgehalt erwünscht sein, indem er wegen Erzeugung eines rohen Ganges die Entfernung dieser Verunreinigungen zulässt und zuletzt selbst vollständig abgeschieden werden kann.

1) Frischverhalten des kalt- und heisserblasenen Roheisens: Bgwfd. IV, 145, 420. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 142.
2) Eisenverlust beim Frischen: Oesterr. Ztschr. 1853. S. 376.
3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 320.
4) B. u. h. Ztg. 1861 S. 38.

Im Vergleich zu den kohlenstoffreicheren weissen Roheisensorten ist das graue Roheisen weicher und fester, lässt sich weniger leicht zerschlagen, weil es aus einem kohlenstoffarmen Weisseisen (ähnlich den gekrausten Flossen) gemengt mit Graphit besteht. Da die Festigkeit des Graueisens mit der Aufnahme gewisser Stoffe (Silicium, Erdmetalle etc.) abnimmt und dabei die dunkelgraue Farbe mit starkem Glanze in eine mehr aschgraue Farbe mit erdiger, matter Textur übergeht, so wird ein graues Roheisen im Allgemeinen ein um so besseres Stabeisen geben, je fester es ist. Es können indess hiervon Ausnahmen vorkommen, indem z. B. aus einem Roheisen mit geringem Schwefel- und Kupfergehalt, welcher auf dessen Festigkeit noch nicht influirt, leicht ein rothbrüchiges Stabeisen entsteht. Sehr graues Roheisen mit bedeutendem Graphitgehalt, welcher die Festigkeit stark alterirt, kann von andern schädlichen Stoffen freier sein, als ein weniger Graphit enthaltendes, festeres Roheisen, da im Allgemeinen die Menge und Grösse der Graphitschuppen um so grösser wird, je leichtflüssiger die Erze, je hitziger der Ofengang und je langsamer sich das flüssige Roheisen abkühlt.

Vorbereitung des Roheisens.

Bei kohlenstoffreichen weissen oder unreineren grauen Roheisensorten, z. B. Koksroheisen, nimmt man vor dem Frischen wohl noch eine Vorbereitung vor, insofern diese mehr oder weniger kostspielige Operation nicht durch passende Auswahl des Frischprozesses (deutscher Frischprozess, Schlackenpuddeln statt Trockenpuddeln etc.) umgangen werden kann.

Die Vorbereitung (Vorfrischen, Weissen, Feinen) des Roheisens besteht im Allgemeinen darin, dass man zur theilweisen Oxydation des Kohlenstoffs oder fremder Substanzen (Silicium, Phosphor, Schwefel etc.) entweder Zugluft (Glühen in Vorglühherden) oder Gebläseluft auf das glühende (Braten) oder flüssige Roheisen (Läutern, Hartzerrennen, Raffiniren im Feineisenfeuer und Weissofen) oder auf letzteres sauerstoffhaltige Körper (Füttern) wirken lässt, so dass sich ein dem kleinluckigen ähnliches Roheisen erzeugt, und zur möglichsten Umwandlung des Graphits in chemisch gebundenen Kohlenstoff das so behandelte Eisen wohl noch abschreckt. Zuweilen begnügt man sich auch

mit letzterem allein ohne vorheriges Oxydiren (Ablöschen, Granuliren).

Diese Vorbereitung des Roheisens wird entweder schon im Herd des Eisenhohofens oder in besonderen Apparaten vorgenommen.

Vorbereitung im Eisenhohofen.

1) Vorbereitung des Roheisens im Eisenhohofen, und zwar durch:

Füttern.

a) Füttern[1]) mit Eisenfrischschlacken oder Eisensteinen (S. 314).

Läutern.

b) Läutern oder Destilliren des Roheisens[2]), wobei, z. B. in der Eiffel, durch eine künstliche Nase nach vorher abgestochener Schlacke Gebläseluft auf das flüssige, bis nahe unter die Form stehende strahlige oder halbirte Eisen geleitet wird. Durch die dabei gebildete Kochschlacke entsteht luckiges Eisen, welches dann abgestochen wird. Der Herd leidet dabei sehr. KELLY[3]) hat dieses Verfahren verbessert.

Blattlheben.

c) Scheibenreissen- oder Blattlheben, wobei das in Scheiben gerissene Roheisen mit Wasser abgekühlt wird (S. 311).

Granuliren.

d) Granuliren, ein noch wirksameres Mittel, als das vorige, aber seltener angewandt.

Braten.

2) Glühen des Roheisens [Braten[4])]. Die mit Wasser abgelöschten, am besten unter 1/4 Z. dicken Scheiben werden in einem Vorglühherd des Frischfeuers (Taf. IV. Fig. 123, 124) oder in einem Eisenbratherd (Bd. I. S. 395. Taf. VI, 147) bei beschränktem Zutritt von Gebläseluft, damit die Glühspandecke nicht zu dick wird, zwischen Kohlenlösch aufgestellt und geglüht und die Temperatur durch die Stärke und Festigkeit der Löschdecke und Aufspritzen von Wasser auf dieselbe regulirt. 30—100 Centner braten 12—36 Stunden lang.

Die gebratenen Stücke bestehen im Wesentlichen aus

1) KARST., Arch. 1 R. XIII, 207.
2) KARST., Arch. 1 R. VII, 14. — Berggeist 1860. S. 541.
3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 111.
4) TUNNER, Stabeisen- und Stahlbereitung. II, 40. — HAUSMANN, Molekularbewegungen. 1856. S. 85.

3 Lagen, aus Glühspan, mehr oder weniger geschmeidigem weissem Eisen und einem grauen Kern; das blättrige Gefüge ist in ein körniges übergegangen. Bei diesem in Kärnthen üblichen Prozess wird Kohlenstoff in Kohlenoxyd und Schwefel in schweflige Säure verwandelt, während Mangan und Silicium ein leichtflüssiges, aussickerndes Silicat geben. Gewöhnlich unterwirft man dem Prozess reine weisse oder halbirte Eisensorten zur Verringerung ihres Kohlenstoffgehaltes. Durch das Braten wird auch ein Springen der Flossen beim Erhitzen im Frischfeuer vermieden. Beim Frischen wirkt die Glühspanschicht auf die Entfernung des Kohlenstoffs günstig.

Vorbereitung in Herden.

3) Umschmelzen des Roheisens in Herden. Die hierher gehörigen Vorbereitungsmethoden wirken kräftiger reinigend, als die vorhergehenden, da indess das Einschmelzen des Roheisens in Berührung mit Kohle geschieht, so ist eine theilweise Reduction oxydirter und verschlackter fremder Bestandtheile (Phosphor-, Schwefel-, nicht aber Kieselsäure) möglich, und es stehen in dieser Beziehung die Herde den Flammöfen nach, bei welchen letzteren man auch den Oxydationsprozess längere Zeit andauern lassen kann, während das schmelzende Roheisen, namentlich graues, im Herde rasch vor dem Gebläsestrom vorbeigeht. Nicht immer erreicht man durch das Feinen die erwünschte Reinigung des Roheisens [Oberschlesien [1])].

Analysen haben dargethan, dass bei dem Umschmelzen in Herden neben Eisen zunächst Silicium, dann Mangan und Phosphor sich oxydiren, der Schwefelgehalt wenig abnimmt, bei einem Schwefelgehalt des Brennmaterials (Koks in Feineisenfeuern) sogar wachsen kann, indem derselbe nur wenig oxydirt wird, wohl aber Eisen, Silicium, Phosphor, Mangan etc. sich ausscheiden. Eine Hauptwirkung ist dabei noch die, dass der Graphit [2]) in chemisch gebundenen Kohlenstoff übergeht, was nach Drassdo [3]) durch die vorhandene hohe Temperatur und die Abscheidung des Siliciums veranlasst wird. Es scheinen

1) B. u. h. Ztg. 1861. S 279.
2) B. u. h. Ztg. 1857. S. 157; 1860. S. 221, 253, 259. — Hartmann, Fortschr. III, 265. — Tunner, Stabeisen- u. Stahlbereit. II, 30, 39.
3) Preuss. Ztschr. XI, 170. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 437.

nämlich chemisch gebundener Kohlenstoff und Silicium einander auszuschliessen, indem ein Roheisen um so grauer, also graphitischer ist, je mehr Silicium es enthält, dagegen um so weisser, je weniger Silicium vorhanden. Mit der Abscheidung des Siliciums beim Feinen wird, namentlich bei hoher Temperatur, der Kohlenstoff um so verwandter zum Eisen und der Graphit verwandelt sich in chemisch gebundenen Kohlenstoff. Je mehr Wind zur Wirkung kommt, desto vollständiger ist die Reinigung, sowie auch bei Zuschlag von sauerstoffreichen Schlacken eine Entkohlung stattfinden kann. Durch directe Einwirkung der Luft wird weit weniger oder fast gar kein Kohlenstoff abgeschieden, wohl aber durch anwesende sauerstoffhaltige Körper, namentlich oxydirtes Eisen, welches sich bei längerer Einwirkung des Windes (Nachblasen) in reichlicherer Menge bildet.

Folgende Methoden gehören hierher:

Hartzerrennen.

a) Das Hartzerrennen[1]) oder Bodenrennen (in Kärnthen und Krain), weniger beim Eisen-, als beim Stahlfrischen in Innerösterreich üblich. In einem mit Kohlenlösch ausgeschlagenen Herde wird graues oder halbirtes Roheisen mit etwas gaarenden Zuschlägen und bei Holzkohlen eingeschmolzen, die Schlacke von dem flüssigen Eisen abgezogen und je nach dessen Gaarheit oder Rohschmelzigkeit (mehr oder weniger dünnes Fliessen, Farbe etc.) mit gaarenden Zuschlägen (Weich) in Nuss- bis Faustgrösse versehen, welche man mit einem hölzernen Staucher ins Metallbad eintaucht, Wasser aufgiesst und die erstarrte Kruste (Boden) abhebt (Bodenrennen). Auf diese Weise erhält man von einer Hartrenne von 5 Ctrn. 6—8 Böden. Insofern das Roheisen durch Hartzerrennen vorbereitet ist, nennt man das Frischen selbst Weichzerrennen. Zuweilen folgt auf das Hartzerrennen noch ein Braten des Roheisens (S. 442).

Eine Modification dieses Prozesses ist die alte Kartitscharbeit, bei welcher man das eingeschmolzene Roheisen durch gaarende Zuschläge in eine frischeisenähnliche Masse verwandelte, welche aber beim Frischen zum Einschmelzen viel Zeit und Brennmaterial erforderte.

1) Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung. II, 27.

Raffiniren im Feineisenfeuer.

b) Das Raffiniren oder Feinen im englischen Feineisenfeuer. Dieser Prozess, ursprünglich zur Reinigung des Steinkohlen- oder Koksroheisens für das Puddeln bestimmt, ist mit mehr Erfolg, als das Hartzerrennen, auch für das Herdfrischen angewandt, z. B. in Steyermark[1]), bei der Südwaleser Schmiede etc., und gewährt vor jenem noch folgende Vortheile: der Betrieb ist continuirlich, Boden und Herdwände sind dauerhafter und das Einschmelzen der Roheisengänze geschieht in einem Herd mit mehreren stärker geneigten Formen. Da dieser Prozess nicht unbedeutende Kosten verursacht wegen des Brennmaterialaufwandes zum Schmelzen und für die Gebläsebetriebskraft, sowie des Eisenverlustes, so hat man denselben neuerdings möglichst eingeschränkt und wendet ihn meist nur noch bei siliciumreichem graphitischen Roheisen (schwarzgraues unreines Koksroheisen) an.

Das Feineisenfeuer[2]) hat die Bd. I. S. 394. Taf. VI. Fig. 143, 144 angegebene Einrichtung. Die Herde besitzen seltener 1 (südwaleser Schmiede), als 2 Formen an einer Seite, zuweilen 4 und 6 Formen an zwei gegenüber liegenden Seiten, je nach der Grösse des Betriebes. Die halbrunden Formen haben 25—35° Stechen je nach der Unreinheit des Eisens, ragen 5—6 Zoll in den Herd hinein, haben $1^3/_4$—2 Z. Weite und etwa 1 Z. Höhe, während die Düsen $^5/_4$ — $^6/_4$ Z. Durchmesser zeigen. Gewöhnliche Dimensionen sind 4 F. L., $3^1/_6$ F. Br. und 8—12 Z. Tiefe. Kleine Feuer mit 2—3 Formen erfordern an 600, grössere mit 4—8 Formen 800, 1000—1200 Cbfss. Luft pro Minute; Windpressung $1^1/_2$—$2^1/_2$ Pfd. pro Q.-Z.

Der feuerfeste Boden erhält zunächst eine etwa 3 Zoll starke Lage von Quarzsand, darauf eine Kokslöschschicht, dann füllt man den Herd mit Koks, bringt die Roheisengänze von 6—9 Q.-Z. Querbruchsfläche und 3—4 F. Länge über die Formen mit etwas Gaarschlacken, schmilzt ein, setzt dann noch so viel Eisen nach, dass dasselbe bis unter die Formen steht, und lässt noch mehr oder weniger lang die

---

1) Tunner c. l. II, 38.
2) Jones, verbess. Feineisenfeuer: Dingl. Bd. 129. S. 249.

Gebläseluft auf die mit Schlacke sich bedeckende Oberfläche des flüssigen Eisens wirken. Da mit abnehmendem Kohlenstoffgehalt das Eisen strengflüssiger wird, so erkennt man den Zeitpunct zur Beendigung des Prozesses an der Consistenz des Eisens, welches beim Abstechen dicke Funken ohne Flamme wirft und entweder nur strahlig oder kleinluckig erscheint. Die Schlacke mit 60—70 % Eisen (I. 874) ist sehr flüssig und hellroth und setzt sich immer weniger an der Brechstange, womit die geschmolzene Masse zuweilen umgerührt wird, an. Das Abstechen des Eisens nebst der Schlacke geschieht in gusseiserne, mit Thon- oder Kalkwasser überstrichene Formen, auch wohl direct in den Frischherd (südwaleser Schmiede). Man gibt Einsätze von 20 — 25 Ctr., welche bei 8 — 14 % Eisenabgang zum Schmelzen etwa 2, zum Nachblasen 1—1½ Stunden Zeit brauchen. 100 Pfd. Feineisen erfordern 40—50 Pfd. locker und 60—65 Pfd. dichtliegende Koks. Zuweilen wendet man bei den englischen Feineisenfeuern nachgebildeten Hartzerrennfeuern [Mariazell[1])] auch wohl Holzkohlen an und braucht davon auf 100 Pfd. Erzeugung 4 — 6 Cbfss. Es lässt sich noch wesentlich an Brennmaterial ersparen, wenn man, wie zu Mariazell, Vorglühherde (Taf. IV. Fig. 118) anwendet, welche wirksamer sind, als erhitzte Luft (Taf. III. Fig. 120), oder das Roheisen nach BIRK[2]) flüssig aus dem Hohofen oder nach CASSELS und MORTON[3]) nach vorherigem Umschmelzen mit Schlacken aus dem Kupoloofen in den Feineisenherd gelangen lässt. CLAY lässt das Roheisen tropfenweise in das Feineisenfeuer.

Zugleich mit Gebläseluft hat man auch überhitzten Wasserdampf[4]) zum Feinen angewandt und dabei eine bessere Eisenqualität erzielt, desgleichen nach THOMSON[5])

1) TUNNER, Jahrb. d. montan. Lehranstalt zu Vordernberg. II. — Dessen Stabeisen- und Stahlbereitung. II, 38.
2) Polyt. Centr. Bd. 142. S. 98.
3) B. u. h. Ztg. 1858. S. 284.
4) B. u. h. Ztg. 1859. S. 410.
5) B. u. h. Ztg. 1858. S. 236.

gekohlte Gase. TAYLOR[1]) und BESSEMER[2]) leiteten Gebläseluft in rotirendes flüssiges Eisen. MARTIEN's Verfahren, Gebläseluft mit oder ohne Wasserdampf durch flüssiges Roheisen zu leiten, ist zur Grundlage des Bessemerprozesses geworden (S. 431).

Die Ueberhitze[3]) aus Feineisenfeuern wird zum Vorglühen des zu feinenden Roheisens, zur Dampferzeugung etc. benutzt.

Beispiele.

Zu Mariazell hat ein 2förmiges, den englischen Feineisenfeuern nachgebildetes Feinirfeuer (Hartzerrennfeuer) mit Vorwärm- und Glühherd nachstehende Einrichtung (Taf. IV. Fig. 118, 119).

A Hartzerrennfeuer. *B* Vorwärmherd für Roheisen. *C* Glühherd für einen Streckhammer zur Bearbeitung des Zaggeleisens. *D* Esse mit Register. *a* feuerfestes Ziegelpflaster. *b* 3zöllige Quarzsandlage. *c* hohler Wolfs- oder Windzacken mit Wasserkühlung. *d* desgleichen Formzacken. *e* desgl. Hinter- oder Wolfszacken. *f* Stichstein mit dem Stichcanal *g*. *h* gusseiserne Formplatte. *i* Wolfsplatte. *k* Gichtplatte. *l* Vorhängblech, an einem Haken *m* aufgehängt. *n* feuerfestes Mauerwerk. *o* Form. *p* gusseiserne Träger, auf welchen das Mauerwerk *n* ruht und an welche die Feuerplatten *h*, *i*, *k* angeschroben sind. *q* Seitenplatten nebst Ankern. — Dimensionen: Breite 32 Z., Länge 36 Z., Tiefe vom Formblatt bis Sandboden 9—10 Z., Entfernung der beiden Formen 9½ Z., Weite der halbrunden Formen ⁶/₄ Z., Höhe ⁵/₄ Z., Hervorragen 6 Z., Neigung 15°, Düsendurchmesser ⁵/₄ Z., Windpressung 18 Z. Wass., Stichlochsweite 4—5 Z. Man erzeugt in 24 Stunden 80—90 Centner Feineisen bei 3—9 % Verlust, je nachdem man mehr oder weniger Frischschlackenzuschläge gibt, und einem Aufwand von 4—6 Cbfss. Kohlen pro 100 Pfd. Feineisen.

Ein 2förmiges Doppelfeinirfeuer mit Winderhitzung zu Mariazell stellt Fig. 120—122 auf Taf. IV dar. *a* Herd. *b* Wasserformen. *c* Wasserkühlkasten. *d* Stich-

[1]) B. u. h. Ztg. 1858. S. 236; 1860. S. 180.
[2]) DINGL. Bd. 152. S. 138. — HARTMANN, Fortschr. III, 240.
[3]) Allgem. b. u. h. Ztg. 1862. S. 522.

öffnung. *e* Arbeitsseite. *f* Füchse. *g* Winderhitzungsvorrichtung. *h* Esse, von der Hüttensohle an 54 Fuss hoch. *i* Canal.

Eisenraffination im Flammofen.

4) Umschmelzen des Roheisens im Flammofen (Weissen, Feinen, Reinen, Raffiniren). Dieses Verfahren ist vollkommener, als das vorige, gestattet eine bessere Reinigung und stärkere Entkohlung des Roheisens und die Anwendung von rohem Brennmaterial (Steinkohle, Braunkohle, gedarrter Torf und Holz) oder einer Gasfeuerung, man kann mit kleineren Eisenmengen operiren, in Folge dessen das Anlagecapital geringer wird, das Ausbringen an dem gleichmässigeren Feineisen ist grösser und der Brennmaterialverbrauch geringer, namentlich bei Anwendung von Steinkohlen und gutem Torf. Der am häufigsten und zuerst in Oberschlesien [1]) in Anwendung gekommene Flammofen ist der ECK'sche Weissofen mit Gasfeuerung (Bd. I. S. 347. Taf. V. Fig. 122, 123). Die Arbeit in demselben ist ganz ähnlich, wie beim Raffiniren des Roheisens zum Hartwalzenguss (S. 381), nur setzt man den Oxydationsprozess noch weiter fort, bis ein strahliges oder luckiges Weisseisen sich aus dem angewandten grauen Roheisen gebildet hat. Je länger das geschmolzene Roheisen dem oxydirenden Gebläsewinde ausgesetzt ist, um so vollständiger werden zuerst Silicium und Mangan neben Eisen oxydirt, dann mehr oder weniger vollständig Phosphor und Schwefel, der Graphit geht wie in Herden (S. 443) in chemisch gebundenen Kohlenstoff über und dieser wird dann bei länger fortgesetztem Oxydationsprozess durch die eisenoxydhaltige Schlacke theilweise oxydirt, so dass man das Roheisen nach Wunsch im Zustande des blumigen oder luckigen erhalten kann. [2]) Von PERCY [3]) ist die Anwendung von Wasserdampf statt Gebläseluft zur kräftigeren Reinigung des Roheisens vorgeschlagen, von SANDERSON [4]) sauerstoffhaltige Zuschläge, namentlich Eisenvitriol, von FLEURY [5]) Electricität

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 165. Taf. IX.
2) Berggeist 1860. S. 476. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 157.
3) B. u. h. Ztg. 1857. S. 117.
4) Berggeist 1856. S. 64. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 372.
5) DINGL. Bd. 162. S. 427.

Beispiele.

Zur Königshütte[1]) in Oberschlesien besetzt man den Herd des ECK'schen Weissofens gleichmässig mit 40 Ctr. nicht zu gaarem grauen Roheisen, schüttet nach dem Einschmelzen über das Metallbad zwei Schaufeln Kalk und lässt Gebläsewind durch die seitlichen Düsen zu, wobei durch Oxydation eines geringen Theil Kohlenstoffs nach Abscheidung des Siliciumgehaltes ein schwaches Blasenwerfen entsteht. Man wiederholt dann den Kalkzuschlag (pro Ctr. Charge 1 Pfd.) von Zeit zu Zeit, um dadurch den Phosphor zu binden und das Eisen aus der entstehenden Schlacke abzuscheiden. Zeigt nach etwa 8—10 Stunden das Eisen eine gelbe Farbe unter Funkensprühen und hat eine genommene Probe auf dem Bruche ein halbirtes oder weisses Ansehen, so lässt man das Eisen in mit Kalkwasser ausgestrichene gusseiserne Formen fliessen, löscht etwa zwei Drittel davon mit Wasser ab, während das dritte mit Schlacke bedeckte Drittel langsam erkalten gelassen wird, um die in der Schlacke suspendirten Eisenkörner auszuscheiden. Das erfolgende Reineisen ist freier von Silicium, Phosphor und Schwefel, enthält aber kaum weniger Kohlenstoff, als vorher. Aus 100 Pfd. Roheisen erfolgen etwa 90 Pfd. Feineisen und man verbraucht pro Ctr. des letzteren 0,197 Ton. = 1,4 Cbfss. Stückkohlen und 1 Pfd. Kalk.

Im Feineisenfeuer brachte man etwas weniger Eisen aus bei einem Verbrauch von 2,727 Cbfss. Koks auf 100 Pfd. Feineisen.

Holzkohlen.

§. 67. **Brennmaterialien.** Beim Herdfrischen verwendet man hauptsächlich **Holzkohlen** (I. 248), welche je nach ihrer Qualität einen wesentlichen Einfluss auf den Frischprozess ausüben. Die dichteren **harten Kohlen**, z. B. buchene Kohlen, geben eine grössere Hitze, als die weichen, und sind wohl hier und da bei passendem Feuerbau, gehöriger Windstärke und zweckentsprechender Abänderung des Frischprozesses angewandt; man gibt indessen meist den weniger dichten **weichen Holzkohlen**, z. B. Tannen- und Fichtenkohlen, den Vorzug, weil die harten wegen der

[1]) B. u. h. Ztg. 1843. S. 611; 1846. S. 833. — KARST., Arch. 2 R. XVII, 795; XX, 475.

grösseren Hitzeentwicklung das schnellere Einschmelzen des Roheisens, also den Rohgang befördern, sich im Herd zu dicht legen und dem Wind den Durchgang versperren, leichter, namentlich im frischen Zustande, unter Prasseln zerspringen, wenn sie rasch in starke Hitze kommen u. dgl. m. Wo behuf Abscheidung fremder Stoffe ein rohes Einschmelzen erwünscht ist, können harte Kohlen in Anwendung kommen, auch combinirt man ihren Gebrauch mit dem weicher wohl auf die Weise, dass man beim Schweissen und Schmieden des Frischeisens, wobei höhere Temperaturen erforderlich sind, Buchenkohlen verwendet, beim Einschmelzen des Roheisens — insofern dasselbe nicht, wie beim deutschen Frischprozess, mit dem Schweissen zusammenfällt — beim eigentlichen Frischen und bei der Luppenbildung weiche Kohlen benutzt, welche ein lockeres Feuer verbunden mit einer weicheren Schmelzart geben.

Die Kohlen müssen trocken, nicht roh, ei- bis faustgross, frei von Sand (I. 152) und abgelagert sein, weil sie in letzterem Zustande einen grösseren Effect geben (I. 253). Frische Kohlen verbrennen rascher, zerspringen gern, wirken auf Rohgang und geben leicht trockene, sengende Schweisshitzen, weshalb man sie immer etwas anfeuchten muss. Rohe Kohlen brennen mit Flamme und machen die Beobachtung des Frischens nach dem Aussehen der zwischen den Kohlen hervortretenden Flamme (Lauch) unsicher. Grobe, leichte Kohlen bedürfen eines nur schwachen Windes, welcher leicht zum Schmelzgute tritt, was beides den Gaargang befördert.

Baum- und Knüppelkohlen sind besser, als Stucken-, Ast- und Stöckerkohlen.

Sonstige Brennstoffe.

Die Anwendung von Holz [1]), Torf [2]), Braunkohlen [3]), Steinkohlen [4]), Torfkoks [5]), Braunkohlenkoks [6]) und

1) Bgwfd. I, 356. — B. u. h. Ztg. 1842. S. 424; 1843. S. 441.
2) Le Blanc IV, 55.
3) Bgwfd. II, 462.
4) B. u. h. Ztg. 1843. S. 683. — Kraus, Jahrb. 1855. — Karst. Arch. 1 R. III, 107.
5) Bgwfd. I, 476.
6) B. u. h. Ztg. 1847. S. 422.

steinkohlenkoks [1]) hat bald einen günstigen, bald einen weniger günstigen Erfolg gehabt; auch gasförmige Brennmaterialien [2]) sind in Vorschlag gebracht.

Auf französischen Hütten [3]) z. B. hat die Anwendung von lufttrocknem oder gedarrtem Holz für sich oder im Gemenge mit Kohle, aber nur bei Anwendung von heisser Gebläseluft und eines kräftigen Gebläses zu wesentlicher Brennmaterialersparung (15 % und mehr) geführt; dasselbe ist weniger beim Ausschmieden, als beim Einschmelzen und Frischen des Roheisens zu gebrauchen. Zu Underwiller [4]) verbraucht man auf 1000 Thle. Frischeisen 1100 Thle. Torfkohlen und zu Boo [5]) in Nericia in Schweden dient Torf zum Ausschweissen der Lancashire-Herdfrischluppen; auf 1 Ctr. von letzteren braucht man 0,42 Ctr. Torf mit 2,88 % Asche.

Holz.

Torf.

Durch Anwendung von erhitzter Luft und Vorwärmherden für das Roheisen, welches darin von der abziehenden Flamme des Frischherdes erhitzt worden, hat man bedeutende Ersparungen an Brennmaterial gemacht. [6])

§. 68. Zuschläge und Agentien. Dieselben dienen beim Frischprozess hauptsächlich zur Regulirung des Ofenganges, zur Abscheidung fremder Beimengungen, zur Verminderung des Eisenabbrandes und zur Verwerthung von Eisenabfällen verschiedener Art.

Zweck derselben.

1) Zuschläge zur Einwirkung auf den Frischprozess:

Frischzuschläge.

a) Eisenfrischschlacken [7]) und zwar seltener rohe (I. 865) vom Anfang, als gaare (I. 866) vom Ende der Arbeit.

Eisenfrischschlacken.

Letztere, im Wesentlichen Eisenoxydulsingulosilicat, $\dot{F}e^3 \ddot{S}i$, mit mehr oder weniger eingemengtem Eisenoxyduloxyd wirken auf Kohlenstoff, Schwefel, Silicium etc. im Roheisen

1) Bgwfd. VIII, 523.
2) Dingl. Bd. 120. S. 272.
3) Allgem. b. u. h. Ztg. 1862. S. 497.
4) B. u. h. Ztg. 1862. S. 264.
5) B. u. h. Ztg. 1863. S. 167.
6) Bgwfd. V, 21.
7) Wirkung der Schlacken nach ihrem Basengehalt: B. u. h. Ztg. 1860. S. 449.

oxydirend ein, indem das Eisenoxyd des Oxyduloxyds Sauerstoff abgibt und in Oxydul oder metallisches Eisen übergeht, während das mit dem Eisenoxyd verbunden gewesene Oxydul von dem Eisenoxydul-Singulosilicat aufgenommen wird und z. B. $\dot{F}e^6 \dddot{S}i$ gibt. Dieses wirkt auch oxydirend, indem es sich in nachstehender Weise zerlegt: $\dot{F}e^6 \dddot{S}i = \dot{F}e^3 \dddot{S}i + 3 Fe + 3 O$. Die Rohschlacken bestehen aus reinem Singulosilicat oder einem Gemenge desselben mit Bisilicat und wirken nicht oxydirend. Je gaarer die Schlacke wird, um so mehr mengt sich mit derselben Eisenoxyduloxyd, um so strengflüssiger wird sie und um so kräftiger oxydirend ist ihre Wirkung, wie z. B. die im Frischherde erstarrte sehr gaare Schlacke (Schwall, Swahl) oder die beim Zängen der Luppen ausfliessende (Stockschlacke, Stockweich, Gemenge von Swahl mit losen Eisentheilchen). Geröstete Schlacken und namentlich nach längerem Liegen an der Luft geröstete oder ausgesaigerte (S. 81) sind wirksamer, als frische. Die seltener angewandten Rohschlacken wirken nicht gaarend, sondern befördern die Bildung einer rohen, dünnflüssigen Schlacke.

Aehnlich wie Gaarschlacken verhält sich der aus Eisenoxyduloxyd bestehende Glühspan, Hammerschlag oder Schmiedesinter (I. 779) vom Schmieden des Eisens; unreiner kann der Walzsinter sein.

Sand u. Thon. b) Sand und Thon, seltener beim Eisen-, als Stahlfrischen angewandt, erhöhen den Rohgang noch mehr, als rohe Eisenfrischschlacken.

Wasser. c) Wasser[1]), auf die Kohlen gegossen, verhütet deren äussere Verbrennung und wirkt oxydirend auf das Roheisen; zum Befeuchten des Löschbodens (Wässern des Feuers) angewandt, begünstigt dasselbe die Erstarrung des eingeschmolzenen Roheisens, dadurch die Erhöhung des daraus gebildeten Frischbodens und somit das Gaaren. In ähnlicher Weise wirkt die Wasserkühlung unter dem eisernen Herdboden.

Reinigende Zuschläge. 2) Reinigende Zuschläge, und zwar:

1) Bgwfd. IV, 422, 469.

Kalk.

a) Kohlensaurer Kalk (2 — 5%) zur Abscheidung des Phosphors und Schwefels beim Aufbrechen eines grauen Roheisens. Ein Kalkzuschlag, verbunden mit einem rohen Gange und öfterem Aufbrechen, ist das beste Mittel zur Abscheidung des Phosphors.[1]) Nach FUCHS[2]) leistet thonhaltiger Kalkstein noch bessere Dienste.

Der Kalkstein wirkt auch gaarend, indem er eine dickflüssige Schlacke und kälteren Ofengang erzeugt, wobei aber leicht etwas von der dickflüssigen Schlacke im Stabeisen bleibt und unganze Stellen veranlasst.

SCHAFHÄUTL'sches Pulver.

b) SCHAFHÄUTL'sches Pulver[3]), 3 Gewichtstheile Braunstein, 6 Gewichtstheile Kochsalz und 1 Gewichtstheil Töpferthon. Beim Erhitzen dieses Gemenges bildet sich eine dünnflüssige, vom Eisen leicht zu entfernende Thonerde-Manganoxydul-Natronsilicatschlacke und es wird Sauerstoff und Chlor frei, welche sich mit dem Schwefel, Arsen, Silicium und Phosphor verbinden. Auch bindet das Mangan (S. 53) Schwefel und Silicium, vielleicht auch Phosphor[4]) (S. 51). Dieses Pulver kommt seltener in Frischherden, als in Puddelöfen zur Anwendung, weil es in ersteren durch die Gebläseluft leicht herausgeblasen wird, und dann nur bei solchem Roheisen, welches mit Aufbrechen verfrischt wird. In ähnlicher Weise, wie das SCHAFTÄUTL'sche Pulver, wirken nach AUGUSTIN[5]) Eisenchlorid, nach DUCLOS[6]) Manganchlorid und Bleichkalk, nach FONTAINE[7]) neben künstlich zusammengesetzten Schlacken Chloralkalien und die Chloride der alkalischen Erden.

Eisenabfälle.

3) Eisenabfälle. Die beim Ausschmieden abgehauenen, mehr oder weniger unganzen Enden (Schopfeisen, Wölfe), sowie angekauftes altes Frischeisen, welches aber frei von Löthstellen, namentlich frei von Kupfer sein muss, werden

1) DINGL. Bd. 65. S. 443.
2) KARST., Arch. 1 R. XV, 3.
3) Bgwfd. I, 129; IX, 166. — DINGL. Bd. 65. S. 154.
4) ERDM., J. f. pr. Chem. 1860. No. 6. S. 344.
5) KARSTEN, Eisenhüttenkunde. IV, 332.
6) Bgwfd. I, 133.
7) B. u. h. Ztg. 1857. S. 98.

beim Frischen mit zugesetzt. Solches Eisen ist in nicht zu grosser Menge ganz erwünscht, weil man nach dem Einschmelzen von rohschmelzigem Roheisen beim ersten Auf brechen leichtgaares Eisen unter der Form hat.

Zweites Kapitel.

Frischvorrichtungen und Geräthschaften.

Inhalt einer Frischhütte.

§. 69. Allgemeines. Eine Frischhütte kann nachstehende Apparate und Geräthschaften enthalten: Frischherde mit Gebläse und zuweilen mit Winderhitzungsapparaten, Apparate zur Vorbereitung des Roheisens (Zerrennfeuer, S. 447, Feineisenfeuer, S. 445 und Weissöfen S. 448), Apparate zum Schweissen der Luppen (Schweissfeuer, Schweissöfen), Hammerwerke, Vorrichtungen zur Benutzung der Gichtflamme (Vorglühherde, Dampfkessel etc.), Arbeitsgeräthschaften beim Frischfeuer und Frischhammer u. a.

Frischfeuer ohne Vorglühherd.

§. 70. Frischfeuer und Gebläse. Der Frischherd oder das Frischfeuer besteht in seiner einfachsten Gestalt (Bd. I. S. 394. Taf. VI. Fig. 141, 142) aus einer seltener gemauerten (alte steyersche Frischarbeit auf dem Löschboden), als aus 2—3 Zoll dicken Eisenplatten oder theilweise aus Kohlenlösche oder Frischschlacke gebildeten Herd- oder Feuergrube, seltener rund oder halbrund, als viereckig, wie bei Anwendung von Eisenplatten. Letztere, in Norddeutschland Frischzacken, in Oesterreich Abbränder, Steine oder Feuerplatten genannt, haben verschiedene Namen. Man nennt Formzacken die an der Formseite befindliche Platte *a*, Gicht-, Wind- oder Rührzacken die dem Formzacken gegenüber gelegene *c* und Hinter-, Aschen-, Wolfszacken die an der Hinterseite liegende Platte *i*. Die Vorderseite *l* ist gewöhnlich durch Gestübbe geschlossen und mit einer Eisenplatte (Arbeitsplatte, Essbank) bedeckt; im Gestübbe befindet sich im Niveau des Herdbodens eine Oeffnung (Schlacken-, Lacht-, Sinterloch) mit guss-

eiserner Rinne (Lachtsohl), in welcher die Schlacke (Lacht, Sinter) in einen Schlackensumpf (Sintergrube) abgelassen werden kann. Schliesst man den Herd auch an der Vorderseite durch eine mit mehreren Schlackenlöchern versehene Eisen- oder Blechplatte, so nennt man dieselbe Schlackenzacken oder Sinterblech. Der Boden des Feuers besteht entweder aus einer Stein- oder Eisenplatte *b* (Bodenplatte, Frischboden) oder aus festgestampfter Lösche oder Gaarschlacke. In letzterem Falle ist die Grundfeuchtigkeit[1]) von wesentlichem Einflusse auf den Frischprozess, indem sich die niedergeschmolzenen untersten Eisenpartien leicht zu stark abkühlen und ein ungleicher Feuergang entsteht. Steinerne Bodenplatten halten zwar die Wärme mehr zusammen, springen aber leichter, als eiserne; zuweilen legt man zu unterst eine Eisen- und darüber eine Steinplatte oder lässt den Boden aus einem gusseisernen, mit Asche ausgefüllten Kasten bestehn. Wo das niedergeschmolzene graue Roheisen öfters mit der Brechstange aufgebrochen werden muss (deutsche Frischmethode), lässt man den Frischboden meist aus einer Eisenplatte bestehen, welche in der Mitte, wo sie die meiste Hitze abzuhalten hat, hohl gelegt ist und durch Wasser oder Luft gekühlt wird, welche man in dem hohlen Raume *d* (Tümpelloch) unter dem Frischboden circuliren lässt. Die Feuergrube umgibt meist mit Eisenplatten bedecktes Mauerwerk von 6—10 Fuss Länge, 3—4 Fuss und mehr Breite und 12—16 Zoll Höhe, und auf dieser, zur Aufbewahrung von Kohlen, zum Ansammeln der Flugasche etc. dienenden Herdfläche erhebt sich in einiger Höhe, bei älteren Werken theils auf der Brand- und Hintermauer, theils auf Säulen ruhend, die Esse (Esskogel); seltener liegen unter einer Esse mehrere durch Scheidewände getrennte Feuer. Zum Zurückhalten der Funken empfiehlt es sich, die Feuergruben ausserhalb der Esse anzubringen und diese durch Füchse oder Feuermäntel mit letzterer zu verbinden, wie bei den meisten Harzer Frischfeuern (Taf. IV. Fig. 125). *a* Formzacken. *b* Frischboden. *c* Gichtzacken. *d* Hinterzacken. *e* Herd-

1) Bgwfd. V, 366.

gemäuer. *f* Form. *g* Vorderseite. *h* Lederschlauch an der Düse. *i* Klappe zum Schutz gegen das Feuer. *k* Esse.

Frischfeuer mit Vorglühherd.[1]

Zur Ersparung an Brennmaterial stellte man schon zu Anfang dieses Jahrhunderts überwölbte Frischfeuer im mittleren Frankreich (Nivernais) her, welche aber erst in den 30er Jahren weitere Anwendung in der Franche Comté und in der Champagne fanden. Nachdem schon seit Ende der 20er Jahre zu Audincourt die Ueberhitze der Frischfeuer zum Blechglühen benutzt worden, verband man zu Anfang der 30er Jahre die Frischfeuer mit Vorglühherden zum Erhitzen des zu frischenden Roheisens und auch, was schon früher geschehen, der Gebläseluft, und erreichte dadurch eine wesentliche Brennmaterialersparung. Derartige Einrichtungen verbreiteten sich dann seit 1834 von Laufen bei Schaffhausen unter dem Namen Comtéfeuer und später schwäbische Frischfeuer nach allen Seiten hin. Man findet indess noch immer viele Hütten mit offenen Frischfeuern, welche es zur Erhaltung des Herdes für erforderlich halten, kalte Roheisenplatten einzusetzen. Bei geschlossenen Feuern kann die zurückstrahlende Hitze dem Arbeiter unbequem werden und es setzt sich am Gewölbe ein Gemenge von Schlacke und Kohlenlösch fest, welches beim Entfernen nicht ins Feuer fallen darf.

Sonstige Benutzung der Gichtgase.

Ausser zum Vorglühen des Eisens benutzt man die Frischfeuergase[2]) (I. 307) noch zum Puddeln [Karr's[3]) Einrichtung], zur Dampferzeugung, zum Blechglühen, zum Erhitzen der Gebläseluft etc.

Ein Frischfeuer mit Vorglühherd und Winderhitzung hat z. B. nachstehende Einrichtung (Taf. IV. Fig. 123, 124). *a* Frischgrube. *b* Vorglühherd. *c* Lufterhitzungsapparat. *d* Arbeitsplatte oder Essbank. *e* Arbeitsthüren am Vorglühherd. *f* Oeffnung zum Reinigen des Lufterhitzungsapparates. Die kalte Luft tritt von oben in die

1) Gurlt in Berggeist 1860. S. 572. — Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung. II, 256. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1862. S. 496.
2) Gurlt und Tunner c. l. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1862. S. 496. — B. u. h. Ztg. 1844. S. 9; 1846. S. 850; 1850. S. 481; 1862. S. 264.
3) B. u. h. Ztg. 1854. S. 12.

Röhren des Winderhitzungsapparates. Sowohl am Fuchse des Vorglühherdes, als oberhalb des Winderhitzungsapparates sind Schieber *g* zur Regulirung des Zuges angebracht. *h* Formöffnung.

Zustellung eines Frischfeuers.

Man reinigt zunächst die Feuergrube, ebnet die Bodenfläche, setzt Form- und Gichtzacken ein, verspreizt diese, stellt den Hinterzacken dazwischen und keilt denselben mit eisernen Keilen fest. Sodann wird die Strebe weggenommen, die Gestübbesohle gereinigt und geebnet und das Tümpelloch etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch ausgekratzt. Damit das in dieselbe gelangende Kühlwasser gut wirkt, muss die ganze Sohle und ihre Umgebung locker sein. Nachdem ausprobirt worden, ob das zugelassene Wasser wirklich in das Tümpelloch gelangt, lässt man auf zwei Spetten den eisernen Frischboden in die Feuergrube gleiten und legt ihn mittelst der Setzwage zurecht, wobei man ihn an den 4 Ecken auf platten Eisenstücken ruhen lässt. Alle Fugen werden mit Eisenstückchen ausgefüllt und mit Lehm gut verstrichen, dann schlägt man, nachdem die Form mit richtigem Stechen und Einragen in den Herd an ihre Stelle gebracht, an der Vorderseite den mit der Arbeitsplatte zu bedeckenden Gestübbedamm und schreitet zum Schmelzen.

Lage des Frischbodens u. der Zacken.

Der Frischboden liegt gewöhnlich horizontal, nur bei grauem Roheisen legt man ihn wohl etwas nach dem Formzacken geneigt, damit vor der Form, wo immer das mehrste Eisen zu liegen pflegt, die gaarende Schlacke sich stärker anhäuft. Der Formzacken hängt gewöhnlich etwas in den Herd hinein, um der Form eine sichere Lage zu geben und denselben vor zu raschem Verbrennen zu schützen; Gicht- und Hinterzacken dagegen sind etwas aus dem Herd geneigt, um Ansätze in demselben leichter losbrechen und das gefrischte Eisen bequemer herausnehmen zu können.

Formverhältnisse.

Von wesentlicher Einwirkung auf den Frischprozess ist die Lage der meist aus Kupfer bestehenden, einfachen oder Wasserform, welche 3—4, selten bis 6 Zoll in den Herd hineinragend, eine der Tiefe des Herdes und der Beschaffenheit des zu verfrischenden Roheisens entsprechende Neigung (5—16°, selten darüber, wie bei Schwallfeuern) haben muss, indem mit Zunahme des Stechens die Entkoh-

lung, also der Gaargang befördert wird. Je weniger die Form in den Herd hineinragt, um so mehr wird der Schmelzpunct nach dem Formzacken zu geleitet, in Folge dessen der Schmelzraum abgekühlt und der Gaargang etwas befördert. Dadurch, dass man die eine Seite der Formmündung kürzer als die andere macht, kann man den Windstrahl nach einer Seite hin mehr ausdehnen (Formen mit Unter-, Ober-, Vorder- und Hintermaul). Die Formmündung ist gewöhnlich halbrund und von derselben oder etwas grösserer Weite, als die meist 3—5½ Zoll in derselben zurückliegende Düse von $^5/_4$—$^6/_4$ Zoll Weite. Man nimmt bei weissem gaarschmelzigen Roheisen die Formen enger (1¾ Z. breit und 1⅛ Z. hoch), als bei grauem rohschmelzigen (resp. 2 und 1¼ Z.) und legt die Form 8—10 Z. vom Hinterzacken entfernt, umschliesst sie mit einem zweitheiligen Formeisen und gibt diesem eine feste Lage in dem Formkasten oder Formrahmen. Je näher die Form nach dem Hinterzacken zu liegt, wo sich beim Arbeiten mit der Brechstange das meiste Eisen anhäuft, um so stärker wirkt der Wind entkohlend.

Was die Anzahl der Formen [1]) betrifft, so wendet man gewöhnlich nur eine an, hat aber auch zur Erhöhung der Production in grösseren Feuern 2 und 3 Formen angebracht.

Bei 2 Formen legt man dieselben entweder einander gegenüber (Rohnitzer Schmiede) oder neben einander. Die davon gehofften Vortheile haben sich hier weniger herausgestellt, als beim Feinen des Roheisens.

Herddimensionen.

Die Grösse der Herdgrube und damit die Windmenge richtet sich hauptsächlich nach der Grösse der Production (1½—2½ Ctr. Frischeisen in 2½—5½ Stunden, in einer Woche 50—60 Ctr. bei 25—28 % Eisenabgang; Einsatz 2½—3 Ctr.) und der Beschaffenheit des zu bearbeitenden Roheisens. Muss letzteres viel mit der Brechstange behandelt werden, so gibt man dem Feuer mehr Länge (von der Vorder- zur Hinterseite), als Breite (von der Form- zur Windseite), z. B. resp. etwa 32 Z. Länge und

1) Tunner c. l. — Preuss. Ztschr. 1856. III, 252.

24—26 Z. Breite; bei gaarschmelzigem weissen Eisen umgekehrt (die obige in Norddeutschland gebräuchliche Bezeichnung der Länge und Breite ist in Oesterreich die umgekehrte). Zuweilen ist der Herd quadratisch, z. B. unten von 22, oben von 23 Z. Weite. Je enger das Feuer, um so mehr concentrirt sich die Hitze.

Von wesentlichstem Einfluss auf den Frischprozess ist die Tiefe des Feuers, vom Frischboden bis zur untern innern Kante des Formmaules gemessen, gewöhnlich 6 bis 10 Zoll. Dieselbe richtet sich:

a) nach der Beschaffenheit des Roheisens, indem sie bei grauem Roheisen geringer, als bei gaarschmelzigem weissen;

b) nach der Beschaffenheit des Brennmaterials; nämlich bei harten Kohlen ist der Herd weniger tief, als bei weichen;

c) nach der Neigung der Form, welche zu der Tiefe stets in einem solchen Verhältniss stehen muss, dass das Schmelzen des theilweise entkohlten Eisens, welches auf den Frischboden gelangt, nicht zu rasch geschieht. Je stärker das Stechen der Form und je weniger tief das Feuer, um so stärker die Entkohlung und der Gaargang.

Zu Königshütte am Harze ist z. B. behuf Darstellung von Drahtseileisen aus einem gutartigeren grauen Roheisen mittelst des Durchbrechfrischens die Zustellung etwas gaarer, als bei Darstellung von gewöhnlichem Stabeisen aus einem etwas schwefelhaltigeren Material, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

		Gew. Frischeis.	Seileisen.
Länge von Vorder- bis Hinterseite . .	Zoll	23	22
Breite von Form- bis Windseite oben .	„	$24^3/_8$	$23^1/_2$
„ „ „ „ „ unten .	„	$23^1/_4$	22
Ganze Tiefe	„	14	12
Tiefe vom Boden bis zur Formkante .	„	$10-10^1/_4$	$9^1/_4$
Hervorragen der Form	„	4	4
Stechen „ „	Grad	15—17	12—13
Weite der halbrunden Form	Zoll	$1^3/_8$	$1^3/_8$
Höhe „ „ „	„	$1^1/_4$	$1^1/_4$
Entfernung der Form vom Hinterzacken	„	$8^1/_2-8^3/_4$	$8^1/_2$
Düsenbreite	„	$1^3/_8$	$1^3/_8$
Düsenhöhe	„	$1^1/_8$	$1^1/_8$
Düsenquerschnitt	Q.-Zoll	1,3435	1,3435

Windverhältnisse.

Als Gebläse (I. 567.) wendet man Balg-, Kasten-, Ketten- oder Cylindergebläse an, welche pro Minute 400—600 Cbkfss. Luft liefern müssen. Die Pressung und Menge des Windes richtet sich nach der Qualität von Roheisen und Brennmaterial, nach der Grösse der Production, der Frischmethode, der Periode des Frischens, dem Feuerbau etc. Bei zu rohem Gang gibt man z. B. weniger Wind, um durch Temperaturerniedrigung eine teigartige Beschaffenheit des langsamer schmelzenden oder sich vor der Form mehr ablagernden Roheisens zu erzielen, bei welcher es leichter frischt. Eine ähnliche Wirkung, Schwächung des Windes, wird herbeigeführt, wenn man die Düse mehr in der Form zurückzieht und ein grösseres Formauge anwendet. Im Allgemeinen gibt man beim Einschmelzen eines guten rohschmelzigen Roheisens pro Min. 140—150, eines weissen gaarschmelzigen 160—180 Cbkfss. Luft, welche Menge beim Anfang des Frischens auf 200—210, später auf 240—250 Cbkfss. erhöht werden kann.

Zu Königshütte am Harze (S. 459) wendet man z. B. folgende Windmengen beim deutschen Frischprozess bei einer Düse von 1,3435 Q.-Z. Querschnitt an:

	Gew. Frischeisen.		Seileisen.	
	Windpr. Lin. Hg.	Windmenge. Cbkfss.	Windpr. Lin. Hg.	Windmenge. Cbkfss.
Ausschmieden der Luppe u. Einschmelzen des Roheisens	15—17½	140—156	16	144
Rohaufbrechen	11—13	119—133	10½—13	119—133
Luppenbildung, allmälig gesteigert . .	22—28	168—191.	18—24	156—174.

Erhitzter Wind [1]) ist in den 20er Jahren im mittleren Frankreich zur Ersparung von Brennmaterial (15—20%)

1) Merbach, Anwendung der erhitzten Gebläseluft. 1840. S. 82—106. — Bgwfd. II, 230; IV, 94, 104, 417; III, 463; VIII, 442. — Hausmann, Studien 1837, IV. Bd. 1. Hft. S. 65. — Karst., Arch. 2 R. X, 703; XI, 171. — B. u. h. Ztg. 1842. S. 373; 1844. S. 404; 1846. S. 873.

mit bestem Erfolge angewandt und hat sich auch, namentlich in Verbindung mit Vorglühherden (S. 456) bei passender Regulirung der Temperatur und des Feuerbaues vielfach bewährt, ohne die Qualität des Stabeisens zu vermindern. Auf andern Hütten, z. B. den Oberharzern, erhielt man weniger günstige Resultate; die erhitzte Luft beförderte den Rohgang und lieferte bei einiger Kohlenersparung Frischeisen von geringerer Qualität. Soll vom Frischbetriebe mit kalter Luft zu dem mit heisser übergegangen werden, so muss man im Verhältniss der Erhitzung weniger Windpressung, dagegen weitere Düsen und Formen anwenden, wobei das Gebläse mehr als vorher zu leisten hat.

Die Winderhitzungsapparate (MERBACH c. l., TUNNER c. l.) werden seltener durch eine eigene Feuerung, als durch die Frischfeuergase selbst erhitzt (Taf. IV. Fig. 123).

Wasserdämpfe[1]) im Gemenge mit Gebläseluft zur Reinigung des Eisens von Schwefel etc. angewandt, haben nicht den davon gehegten Erwartungen entsprochen. Auf der nunmehr eingestellten Silbernaaler Frischhütte bei Clausthal hat man versucht, den durch Anwendung erhitzter Gebläseluft erfolgten zu rohen Gang durch Beimengung von Wasserdämpfen zu verhüten; der Prozess wurde dadurch in die Länge gezogen und der Kohlenverbrauch grösser, dagegen das Eisen besser und das Ausbringen grösser, als bei kalter und erwärmter Luft und ohne Wasserdampf. (MERBACH c. l. S. 84.)

Vollkommenste Frischmethode.

Das vollkommenste aller Frischfeuer ist das Lancashirefeuer[2]) mit geschlossenem Herd, Vorglühherd fürs Roheisen, Wasserformen und Kühlvorrichtung unter dem Frischboden in Verbindung mit Schweissöfen. Im Vergleich zum gewöhnlichen deutschen Frischverfahren bringt man 5—10% Eisen mehr aus, spart 33% an Brennmaterial und erhält ein vorzügliches Product.

Classifikation.

§. 71. Apparate zum Schweissen oder Ausheizen der Luppen. Das Anwärmen der meist unter Hämmern gezängten Luppen behuf des Ausschmiedens geschieht

1) Bgwfd. I, 130. — B. u. h. Ztg. 1842. S. 326.
2) Berggeist 1858. S. 110.

entweder während des Einschmelzens des Roheisens (deutsche Frischschmiede, österreichische Schwallarbeit, siegensche Einmalschmelzerei) oder vor dem Einschmelzen in demselben Herd (steiersche Löscharbeit, tyroler Schmiede), oder dasselbe erfordert besondere Apparate, je nach der gewählten Frischmethode.

Das Schweissen [1]) in eigenen Apparaten (Schweissfeuer oder Schweissöfen) hat vor den Methoden des Schweissens während des Einschmelzens von Roheisen den Vortheil, dass man bei beschleunigter Arbeit die Qualität und Menge der Zuschlagsschlacke nach dem Schweissprozess reguliren und diesem eine ungetheiltere Aufmerksamkeit widmen kann, während meist mehr Brennmaterial erforderlich ist. Bei dem vereinten Ausheiz- und Frischprozess wird aber der letztere durch ersteren befördert, indem gleich der Schweissboden zum Frischboden durch abschmelzende Luppentheile wird, während beim separaten Frischen der Frischboden erst durch Einschmelzen gaarer Zuschläge gebildet werden muss.

Schweissfeuer. 1) Schweissfeuer, Schweissherde, Ausheizherde [2]) sind den Frischfeuern ähnliche Herde von etwa 2 Fuss Länge und Breite, bald ganz oder theilweise aus Eisenplatten zusammengesetzt, bald aus feuerfesten Steinen gebildet, mit Sand- oder Kohlenlöschboden. Im Sinter- oder Schlackenzacken findet sich ein Schlackenabstich. Die Form liegt bald horizontal, bald hat sie etwas Stechen. Seit 1834 hat man erhitzten Wind mit Vortheil angewandt.

Es lassen sich unterscheiden:

a) Offene Schweissfeuer, welche entweder mit Holzkohlen (Eifler-, schwedische und steiersche Wallonschmiede, englische Lancashireschmiede), oder Koks (England), oder mit Steinkohlen (früher zu Königshütte am Harze) betrieben werden. Man wendet in letzterem Falle backende Steinkohlen an, aus welchen durch die Geschicklichkeit des Schweissers eine künstliche Haube erzeugt wird, welche die

1) Tunner, Jahrb. 1842. S. 161.
2) Berggeist 1860. S. 596.

Hitze zusammenhält. Mengt man Kokscinder mit ein, so lässt sich keine hinreichend feste Haube bilden.

b) Ueberwölbte und mit Vorglühherd verbundene Schweissfeuer, welche eine bedeutende Brennmaterialersparung gestatten und mit Koks (*hollow fires* [1]) bei der Südwaleser Schmiede) oder einem Gemenge von Steinkohlen und Kokscindern (Siegensche Schweissfeuer, Königshütte, Bd. I. S. 395, Taf. VI, Fig. 145, 146) gespeist werden. Man kann in solchen Feuern im Vergleich zu denen mit Steinkohlenhaube mehrere Stücke zugleich einhalten und auch die Rückseite des Feuers benutzen. Da die Einmengung der Cinder keine so gute Haubenbildung, wie Steinkohlen allein, gestattet, so hat man in den Herden mit feuerfester Haube eine schwerere Arbeit, als in einer solchen mit Steinkohlenhaube, bedarf auch mehr kostspieliger feuerfester Steine. Ein Schweissfeuer arbeitet im Allgemeinen die von einem Frischfeuer gelieferten Luppen current auf.

Schweissöfen.

2) Schweissöfen, welche in neuerer Zeit in Gestalt des ECKMANN'schen Holz- und Holzgasschweissofens [2]) (Bd. I. S. 345, Taf. V. Fig. 116—118) für einen grösseren Betrieb von 4 Frischfeuern bei der Lancashireschmiede in Schweden eingeführt sind und zu Reichenau [3]) und Rohnitz [4]) Nachahmung gefunden haben. Die Schweissöfen brauchen weit weniger Brennmaterial, als die Schweissherde.

Zweck.

§. 72. Hammerwerke. Zum Zängen der Luppen und zum Formgeben des geschweissten Eisens dienen Hämmer [5]) (Wassergeschläge), welche durch eine mit Hebelingen (Fröschen) versehene Wasserradwelle meist ohne Schwung-

1) TUNNER c. l. II, 183. — KARSTEN's Eisenh. Taf. 47. Fig. 1—4. — Berggeist 1860. S. 596.

2) Leoben. Jahrb. 1852. II, 233; 1853. III, 266. — TUNNER, das Eisenhüttenwesen in Schweden. 1858. S. 63. — Dessen Stabeisen- und Stahlbereitung. II, 176. — Berggeist 1858. S. 110; 1860. S. 596. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 223.

3) B. u. h. Ztg. 1863. S. 104. No. 12.

4) B. u. h. Ztg. 1863. S. 104. No. 12.

5) TUNNER, Stabeisen- und Stahlbereitung. I, 63. — Neuer Schauplatz der Bergwerkskunde. Bd. XV, 2. Abtheil. S. 69.

und entweder direct bewegt werden, oder die Uebertragung der Kraft findet bei leichten Hämmern zweckmässiger durch Treibriemen statt. Je nach dem Angriffspuncte der Hebe-[illegible] und der Grösse des Hammerkopfes unterscheidet man:

Aufwerfhämmer.

1) Aufwerfhämmer (Taf. V. Fig. 131. 132), bei denen die Frösche zwischen dem Umdrehungspunct des Hammerhelms und des Hammerkopfes wirken. Bei nicht zu bedeutendem Gewichte (5—20 Ctr.) des Kopfes dienen sie sowohl zum Zängen der Luppen, als auch zum Ausrecken derselben zu gröberen Stäben. Der Hammerkopf besteht je nach seiner Grösse entweder aus Schmiedeeisen oder Gusseisen, neuerdings auch bei grösserer Dauer aus Gussstahl[1]; auch hat man wohl nach Karr[2] der grösseren Haltbarkeit wegen in das Auge des gusseisernen Kopfes einen schmiedeeisernen Ring gelegt. Die hölzernen Hammerhelme sind von Brown[3] durch blecherne mit elliptischem Querschnitt ersetzt und Rittinger[4] hat für grössere Hämmer die hölzernen Helme am Kopfe, wo sie zuerst beschädigt werden, mit künstlichen Helmköpfen versehen. Statt der schlichten und convexen Hammerbahnen wendet man häufig Kreuzbahnen an, welche in Gesenken befestigt sind und leicht ausgewechselt werden können.

Die Hammergerüste, bald von Holz mit einzelnen Eisentheilen (Frischfeuer zu Königshütte am Harz), bald ganz aus Gusseisen hergestellt (Königshütter Puddelofen), bestehen aus folgenden Haupttheilen:

Zwei Büchsensäulen *a* tragen den mit Zapfen versehenen Ring (Hülse) *h*, in welchem der Hammerhelm *b* steckt und zwischen denen sich der Hammer bewegt. Hinter den Büchsensäulen befinden sich noch 2 Säulenpaare, die Mittel- oder Reitelsäule *c* und die Hintersäule *d*, durch welche der Reitel *e*, ein Stück Holz, gesteckt ist, gegen welches der Rücken des Helms schlägt, wenn er seine höchste Höhe erreicht hat. Dieser Reitel soll das zu

1) Zeitschr. d. Ver. deutscher Ingen. III, 206.
2) Dingl. Bd. 129. S. 195.
3) Dessen Erfahrungen. 1858. S. 23.
4) Berggeist 1860. S. 606.

he Heben des Hammers verhindern und durch seine asticität die Schnellkraft desselben vermehren. Auf diesen alen ruht, um sie zu belasten uud dadurch dem ganzen stem mehr Festigkeit zu geben, bei hölzernen Hammerrüsten ein dickes schweres Holz, der Drahm-, Brahmer Schwerbaum. Die an der Wasserradwelle befindhen Frösche *g* heben den Hammer.

Vor dem Hammergerüst befindet sich der Ambos *i*, ilcher bei einem nicht festen Grunde in einem 6—8 Fuss agen und 3—4′ starken Holz (Hammer- oder Ambosock), das mit einem gusseisernen Gehäuse (Chabotte) zur Aufnahme des Amboses versehen ist, befestigt rd. Dieser Hammerstock wird auf eingerammtes Pfahlrk gestellt und ragt etwa nur 1½ Fuss über die Hüttenhle empor.

DAWES[1]) kühlt Hammer und Ambos durch einen beindig durchfliessenden Wasserstrom und PUTMANN[2]) hat Hämmer combinirt, welche das Eisenstück gleichzeitig in rizontaler und vertikaler Richtung bearbeiten.

Schwanzhämmer.

2) Schwanzhämmer[3]) (Taf. V. Fig. 132), wobei die ebelinge auf das Ende des Hammerhelms drücken und n meist kleineren Hammer (2—5 Ctr.) rasch bewegen. ieselben dienen meist nur zum Ausrecken des Eisens zu nneren Stäben.

Stirnhämmer.

3) Stirnhämmer (Taf. V Fig. 129), welche durch die ösche *b* der Wasserradwelle *a* am Kopfe *d* gehoben wern. Helm *c* und Hammer *d* bestehen aus Gusseisen und s einem Stück, die verstahlte Hammerbahn ist eine Kreuzhn, in einem Gesenke verkeilt und verschraubt. *f* Drehnct. *e* Ambos.

Diese Hämmer von 40—80 Ctr. und mehr Gewicht sind it Einführung des Puddelns aus England nach Deutschnd gekommen und dienen bei 18—24 Z. Hub und 70 bis 00 Schlägen pro Min. nur zum Zängen grösserer Luppen.

---

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 464.

2) Berggeist 1856. S. 217.

3) Nutzeffect eines Schwanzhammers: RITTINGER's Erfahr. 1855. S. 22. — RESCH, Erfahrungen über Schwanzhämmer: Ibid. 1861. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 94.

Patschhämmer.

Die sogenannten Patschhämmer unterscheiden sich von den Stirnhämmern nur dadurch, dass das Daumenrad parallel zu dem Helme steht und der Hammer dicht hinter dem Kopfe gehoben wird. Solche Hämmer haben z. B. in Steyermark 15—20 Ctr. Gewicht bei quadratischer Bahn von 18 Z. Seitenlänge und geben bei 3 Z. Hub zur Bearbeitung einer Puddel-Rohmassel 24—30 Schläge.

§. 73. Werkzeuge beim Frischen, Schmieden und Schweissen. — Man gebraucht hauptsächlich

Frischgezäh.

a) Beim Frischen:

Brechstangen (Spette) von verschiedenen Dimensionen, zum Manipuliren beim Frischen und zum Aufbrechen des Klumps.

Einige Schaufeln zum Aufgeben von Kohlen und zum Zusammenhalten der Kohlen und Lösche auf dem Feuer.

Einen Formhaken zum Reinigen der Form.

Einen Schlackenspiess zum Ablassen der Schlacke.

Einige Luppenhaken zum Zusammenziehen des Eisens beim Frischen und zum Herabziehen der Luppe vom Herde beim Zängen.

Einen Hammer zum Beklopfen der Luppe.

Schmiedegezäh.

b) Beim Schmieden:

Diverse Zangen zum Zängen der Luppe, zum Anwärmen der zerhauenen Luppenstücke (Schirbel) und zum Ausschmieden der Schirbel (Schneppelzangen).

Einen Luppenbaum zum Herauftragen der Luppe auf den Ambos.

Setzeisen, Schröter und Handhämmer zum Zerhauen der Luppe und des Stabeisens u. a.

Schweissgezäh.

c) Beim Schweissen in besonderen Schweissfeuern:

Mehrere Wärmzangen, Schmiedezangen, Hohlzangen, eine Schaufel.

Drittes Kapitel.

Frischmethoden.

Eintheilung der Frischmethoden.

§. 74. Allgemeines. Die Verschiedenheit der grossen Anzahl Frischmethoden gründet sich hauptsächlich auf die Qualität des zu verfrischenden Roheisens, je nachdem sich dasselbe schneller oder langsamer entkohlt und mehr oder weniger unrein ist. Danach muss dasselbe entweder vorbereitet werden oder nicht (S. 441), es bedarf einer ein- oder mehrmaligen Behandlung mit oxydirenden Agentien (Einmal-, Zweimal- und Mehrmalschmelzerei) und der Ausheizprozess ist in Verbindung mit dem Frischprozess (S. 462) oder in besonderen Apparaten (S. 462) vorzunehmen. Ausserdem kommen noch gewisse Modificationen bei den Frischprozessen vor, welche auf eine Ersparung an Brennmaterial, eine verschieden grosse Production oder einen möglichst geringen Eisenabbrand hinwirken sollen, und gehört, wie bereits (S. 461) bemerkt, die Lancashireschmiede in dieser Beziehung zu den vollkommensten.

Es zerfallen die Frischmethoden in die Einmalschmelzerei ohne oder mit Vorbereitung des Roheisens, die Zweimalschmelzerei und die Mehrmalschmelzerei oder die deutsche Frischschmiede.

Arbeitsgang.

Bei jeder dieser Methoden können zwei Extreme des Arbeitsganges vorkommen, Gaar- und Rohgang (sperrer Gang), je nachdem das eingeschmolzene Roheisen mehr oder weniger schnell zu einer breiartigen Frischeisenmasse gerinnt (verkocht, gaart) und sich eine gaare eisenreiche Frischschlacke bildet, oder das Eisen sich nur schwierig zu einer geschmeidigen Masse bei Bildung einer dünnflüssigeren, eisenärmeren Rohschlacke vereinigt. Je nach der Reinheit des angewandten Roheisens (S. 437) und je nachdem ein kohlenstoffreicheres oder ärmeres Stabeisen (S. 416) erzeugt werden soll, muss man das Frischen entsprechend reguliren.

Rohgang.

Man erkennt den Rohgang hauptsächlich daran, dass sich das geschmolzene Eisen im Herde mit dem Spotte flüssig

anfühlt und an letzterem beim Herausziehen sehr flüssige Schlacke mit Eisenkörnern haftet, welche nach dem Erkalten leicht vom Spette abspringen. Zeigt sich das Eisen als dicker Teig beim Durchstechen, ohne sich jedoch hart anfühlen zu lassen, so ist Gaargang vorhanden und die Farbe des Eisens mehr oder wenig blendend weiss, nicht gelblich; es zeigen sich am Spette sogenannte lichte Spiessvögel (gaares Dünneisen).

Gaargang.

Als Mittel zur Herbeiführung eines gaaren Ganges dient vor Allem die Zustellung des Frischfeuers (geringe Tiefe, S. 459, Neigung des Frischbodens nach dem Formzacken, S. 457, geringer Abstand der Form vom Hinterzacken, S. 458, starkes Stechen der Form, S. 457, weite Form mit Obermaul und weite Düse, S. 458, weniges Ueberragen der Form, S. 458). Während des Betriebes befördert man ausserdem den Gaargang durch Zurückziehen der Düse, S. 460, Schwächung der Windpressung, S. 460, Anwendung schwächer erhitzter Luft, S. 461, öfteres Abstechen der Schlacke, langsames Einschmelzen des Roheisens, Anwendung gaarender Zuschläge (S. 452) und grober weicher Holzkohlen (S. 450), Modification des Arbeitsverfahrens etc.

Zur Herbeiführung eines roheren Ganges wendet man die entgegengesetzten Mittel an. Man gibt z. B. bei der deutschen Frischmethode dem entsprechend bei sehr reinem weissen Roheisen flachen Wind und $9\frac{1}{4}$ — 10 Zoll tiefen Feuerbau oder stechenden Wind mit mitteltiefem Bau von $8\frac{1}{4}$—9 Z. Tiefe; bei unreinem weissen Eisen stechenden Wind und $9\frac{1}{4}$ — 10 Z. Tiefe; bei sehr reinem grauen Roheisen flachen Wind und flachen Bau von 7 Z. Tiefe; bei unreinem grauen Roheisen stechenden Wind und flachen Bau von $7\frac{3}{4}$ bis 8 Z. Tiefe. Während die deutsche Frischmethode den Feuerbau nach der Qualität des zu verarbeitenden Materials ändert, ist die Zustellung bei der Ein- und Zweimalschmelzerei mit bestimmten Roheisensorten stets dieselbe geblieben.

Ausser den bezeichneten Feuergängen unterscheidet man noch einen hitzigen, kalten, trocknen und schlackigen Ofengang. Wird in Folge zu hoher Temperatur die Masse sehr flüssig und gaart dann langsamer, so nennt man den Gang hitzig; bei vermindertem Eisenabbrand, aber

Hitziger Gang.

grösserem Zeit- und Kohlenaufwand erzeugt man bei demselben aus minder reinem Eisen ein gutes Product. Derselbe entsteht z. B. leicht bei Anwendung erhitzter Gebläseluft, bei abnehmender Tiefe des Feuers, bei grösserer Höhe der Seitenwände des Herdes über der Form (gewöhnlich 2 bis 4 Zoll) u. dgl. m.

Kalter Gang. Kalter Gang entsteht in zu niedriger Temperatur, wobei sich Roheisen und Schlacke in teigartigem Zustande mengen, kräftiger auf einander einwirken und bei raschem Gaaren viel Eisen verschlackt wird. Ein solcher Gang kann z. B. durch Schwächung des Windes eintreten.

Schlackiger u. trockner Gang. Bildet sich zuviel, das Frischen verzögernde Schlacke im Herd, so nennt man den Gang schlackig, bei Mangel an Schlacke trocken, in welchem letzteren Falle ein rascheres Frischen bei stärkerem Eisenabbrand eintritt.

Eisenverlust. Der Eisenverlust[1]) beim Frischen kann bis 40 % (Südwaleser Schmiede) betragen, geht jedoch gewöhnlich nicht über 26 — 28 % und bleibt häufig darunter, macht z. B. bei Anwendung geschlossener Herde mit erhitzter Luft nur 20 % aus.

Der Frischprozess ist um so vollkommener und die Geschicklichkeit des Frischers um so grösser, je geringer Brennmaterialaufwand und Eisenverlust und je besser das Stabeisen.

§. 75. Mehrmalschmelzerei, Aufbrechfrischschmiede oder deutsche Frischschmiede mit ihren Varietäten.

Anwendbarkeit. Dieselbe eignet sich bei zweckentsprechender Abänderung des Feuerbaues für alle Arten von Roheisen, verarbeitet aber meist ein schwerfrischendes, gewöhnlich nicht sehr unreines halbirtes oder graues Holzkohlenroheisen, welches mehr oder weniger gaar eingeschmolzen (Gänzeschmelzen, dem Vorbereiten oder Feinen entsprechend), ein- oder mehrmals aufgebrochen und zuletzt gaar eingeschmolzen wird. Das Anheizen der Luppenstücke behuf des Ausschmiedens geschieht meist (nur nicht bei der Halbwallonschmiede) während des Gänzeschmelzens. Diese Methode ist die zusammengesetzteste von allen und erfordert sehr geschickte Arbeiter.

1) Oesterr. Ztschr. 1853. S. 378.

Dieser Prozess zerfällt danach in folgende Perioden:

Gänzeschmelzen.

Erste Periode. Gänzeschmelzen. Die Roheisengänge werden, je nachdem sie zum Roh- oder Gaargange Neigung haben und reiner oder unreiner sind, mit Roh- oder Gaarschlacken eingeschmolzen, indem man sie, mit Kohlen bedeckt, allmälig vom Gichtzacken her gegen die Form in den Schmelzraum vorschiebt, welcher zur Verengerung und damit zur Concentration der Hitze mit kleinen Kohlen umgeben ist, die öfters mit Wasser benetzt werden, damit sie der Wind nicht fortbläst. Bei diesem Einschmelzen umspielt der Wind jeden Tropfen Eisen und es oxydiren sich ganz ähnlich wie beim Puddeln (§. 87) zunächst, wie die Untersuchungen von CALVERT und JOHNSTON[1]), von BOTISCHEW[2]) u. A. erwiesen haben, in Folge der Einwirkung des Windes und der sauerstoffabgebenden Schlacken Silicium und Mangan mit mehr oder weniger Eisen und geben eine kieselerdereichere Rohschlacke (S 452); Schwefel und Phosphor oxydiren sich zum Theil (letzterer mehr als ersterer) und der Graphit löst in dem Verhältniss, als Silicium, Schwefel und Phosphor sich ausgeschieden haben, als chemisch gebundener Kohlenstoff sich auf, so dass das niedergeschmolzene Roheisen weiss ist und dem vom Feinen (S. 443) gleicht. [3]) Die Rohschlacken werden zum Theil durch das Lachtloch abgelassen und je nach mehr oder weniger roher Beschaffenheit des Roheisens durch mehr oder weniger Gaarschlacken ersetzt, womit die

Frischen.

Zweite Periode, das eigentliche Frischen beginnt, welches darin besteht, dass man das teigartige Weisseisen in Brocken zertheilt (Rohaufbrechen), diese abermals vor der Form niederschmilzt (Roheinschmelzen), die dabei erhaltene Masse je nach dem Zustande der Gaare noch ein oder mehrere Mal aufbricht und niederschmilzt, bis nach dem letzten Aufbrechen (Gaaraufbrechen) die einzelnen Brocken zu einem Frischeisenklump vereinigt werden

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 34.
2) Oesterr. Ztschr. 1862. No. 29. — HARTMANN, Fortschr. VI, 233.
3) DU MOTAY's und FONTAINE's abweichende Theorie: B. u. h. Ztg. 1857. S. 99.

können (Gaareinschmelzen), welcher, wenn er noch rohe Stellen hat, die sich durch weniger intensives Leuchten zu erkennen geben, wiederholt über und vor die Form gebracht werden kann. Während der Wind beim Roheinschmelzen rothe oder blaue Sternchen von Rohschlacke aus den Kohlen emportreibt, erscheinen diese beim Gaareinschmelzen blendend weiss von Gaarschlacke.

Bei dem Roheinschmelzen werden neben Schwefel und Phosphor, auf deren Entfernung auch das Mangan (S. 420) wirkt, hauptsächlich Eisen und noch vorhandenes Mangan oxydirt, diese vereinigen sich mit den noch vorhandenen Rohschlacken und bilden Gaarschlacken (S. 451), welche bei ihrer zähflüssigen Beschaffenheit sich mit dem teigartigen Eisen mengen und unter Reduction von metallischem Eisen kräftig entkohlend wirken. Bei verstärktem Gebläse während des Gaareinschmelzens wird dann die Entkohlung und Reinigung des Eisens beendigt, der noch mit sehr gaarer Schlacke (Swahl) gemengte Eisenklumpen (Luppe, Deul, Dachel) aus dem Herd genommen, zu Masseln gezängt und die Gaarschlacke theilweise abgestochen. Sehr gaare schwerschmelzige Schlacke haftet im Herd fest.

Abarten des deutschen Frischprozesses.

Je nach der Reinheit des Roheisens, seinem Verhalten beim Einschmelzen und nach localen Gewohnheiten werden in dieser Periode bei der Bildung des geschmeidigen Eisens verschiedene Modificationen angewandt und es haben sich dadurch nachfolgende hauptsächliche Abarten der deutschen Frischschmiede herausgebildet:

Klumpfrischen.

a) Klumpfrischen. Halbgaar niedergegangenes reines Roheisen wird roh aufgebrochen, dann zu einem Klump geschmolzen, den man durch wiederholtes Wenden etc. vor der Form in einem Stücke gaart. Man erhält dabei ein körniges, kohlenstoffreicheres Stabeisen, zur fadigen Textur beim Ausrecken weniger geneigt; früher z. B. in Anwendung auf Königshütte [1]) am Harze zur Darstellung von Seil-

1) Eisenfrischen am Harz: Bgwfd. II, 225. — Hausmann, norddeutsche Beiträge. Stück 4. S. 32. — Hausmann, Studien des Göttinger Vereins. II, 1. — B. u. h. Ztg. 1846. S. 392. — Stünkel, die Eisenhütten und Eisenbergwerke am Harz. 1803. S. 271.

eisen (S. 459) aus gaarem grauen Steinrenner Roheisen (auf 100 Pfund Stabeisen gingen 24,6 — 26,8 Cbfss. Holzkohlen und man brachte aus 100 Pfund Roheisen 71,8—73,3 Pfund Stabeisen aus), ferner in Schweden (Butfrischen).

Durchbrechfrischen.

b) Das Durchbrechfrischen. Ein roheingeschmolzenes, sehr unreines Eisen von der verschiedensten Beschaffenheit wird in eine grössere Anzahl Stücke gebrochen, jedes einzelne für sich gegaart und dann sämmtliche Stücke zu einem Klump zusammengeschmolzen, der nöthigenfalls noch wiederholt aufgebrochen wird. Dieses Verfahren erfordert gewandte Arbeiter und liefert leicht ein ungleichartiges Product.

Combinirtes Frischen.

c) Combinirtes Klump- und Durchbrechfrischen. Ein mittelreines graues oder halbirtes Roheisen wird mehr oder weniger gaar eingeschmolzen, die Masse von der Gichtseite nach der Form wiederholt in einigen Stücken aufgebrochen, diese einzeln gegaart, zum Klump geschmolzen und letzterer ähnlich wie beim Klumpfrischen behandelt. Zweckmässig wird der Klump nicht umgedreht, sondern nur gehoben und, nachdem der Herd unter der Form gereinigt, auf Kohlen in derselben Lage zum Niederschmelzen vorbereitet. Dadurch erhalten die Luppen eine gaare Unterlage und es erfolgt ein besseres Eisen, indem für die roheren Partien des Obertheils vom Klump zuletzt, wo der Prozess des Einschmelzens langsamer geht, noch hinreichend Zeit zum Gaaren vorhanden ist. Diese Methode ist auf den Oberharzer Hütten (Taf. IV. Fig. 125) üblich, z. B. zu Königshütte bei der gewöhnlichen Stabeisen- (S. 459) und Seileisenfabrikation (S. 459). Bei ersterer verfrischt man bei 3—5maligem Durchbrechen 220 Pfd. Roheisen in 5 Stunden mit 76 % Ausbringen und einem Verbrauch von 23 bis 26 Cubikfuss Fichten- oder 16—20 Cubikfuss harten Kohlen auf 100 Pfd. Stabeisen; Production in 24 Stunden 8—8¼ Ctr. Bei Darstellung des Seileisens aus gutartigerem Roheisen wird 2—3 mal aufgebrochen, grössere Stücke gemacht und mit grosser Sorgfalt auf Gleichartigkeit der Luppen gehalten; man verarbeitet 210 Pfd. Roheisen in 4⅚ Stunden bei 69,75 % Ausbringen und einem Verbrauch von

26,5 Cbfss. Kohlen auf 100 Pfd. Stabeisen; Production in 24 Stunden 7,1—7,5 Ctr.

Schwäbische Schmiede.

Aehnlich arbeitet die schwäbische Schmiede (gewöhnliche deutsche Frischerei, Kleinfrischschmiede) mit geschlossenem Herd, Vorglühraum fürs Roheisen und Glühherd für das weiter zu bearbeitende Frischeisen, seltener mit Winderhitzungapparat in Süddeutschland[1]), Schlesien[2]), Mägdesprung[3]) und Schweden, wobei je nach der Roheisenbeschaffenheit auf 100 Pfd. Stabeisen 17—24 Cbfss. Holzkohlen bei einem Ausbringen von 75—82 % verbraucht werden.

Anlaufschmiede.

d) Anlaufschmiede, Judenfrischen, Kolbenfrischerei, besonders in Schlesien[4]) und im östlichen Deutschland, namentlich in Böhmen[5]), üblich. Während des Gaareinschmelzens bringt man eine Eisenstange (Anlaufstab, Kolben) in die frischende Masse, an welcher sich beim Umdrehen das gaare Eisen ansetzt. Sobald der Stab etwa 10—20 Pfd. Eisen aufgenommen hat, so wird es ausgeschmiedet und das Anlaufeisen vom Kolben abgehauen. Das zulezt erfolgende Luppeneisen ist weniger gut, als das Anlaufeisen. Auf 100 Pfd. Stabeisen gehen 14,7—16 Cbfss. Kohlen bei 19—21 % Abbrand und $5\frac{1}{4}$—$8\frac{1}{4}$ stündiger Chargendauer, während welcher über 200 Pfund Stabeisen erfolgen.

Bei der rohnitzer Arbeit wird das Roheisen (6 Ctr.) in einem zweiförmigen Herd eingeschmolzen, die Kohle ausgeräumt, in das Metallbad zerkleinte gaare Zuschläge eingerührt, das Gemenge in die Mitte des Herdes zwischen die einander gegenüber stehenden Formen gebracht, der Wind angelassen, Kohlen aufgegeben und nach dieser Gaarperiode mittels des Anlaufstabes Anlaufeisen genommen. Nach 6

1) Berggeist 1857. S. 340. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 299.
2) Oesterr. Ztschr. 1857. S. 285.
3) B. u. h. Ztg. 1854. S. 377.
4) Oesterr. Ztschr. 1857. S. 284. — Verbesserungen bei der Oberschlesischen Stabeisenbereitung: B. u. h. Ztg. 1858. S. 172; 1860. S. 169, 279, 352, 371.
5) B. u. h. Ztg. 1846. S. 881; 1849. S. 714; 1855. S. 166. — Leoben. Jahrb. 1855. S. 59.

Stunden erhält man etwa 525 Pfd. Stabeisen bei 12¾ bis 14 % Abbrand und verbraucht auf 100 Pfd. Stabeisen 32 bis 37 Cbfss. Kohlen.

Französische Schmiede.

e) Französische Schmiede, Franche-Comtéschmiede, hochburgundische Frischmethode, in Frankreich und Belgien vorwaltend, auch in der Schweiz, in Deutschland und Schweden üblich, beschleunigt den Prozess durch vieles und rasches Arbeiten und das Aufbrechen findet häufig schon während des Ausschmiedens statt, wodurch das Ausschweissen sehr gestört wird und schlechtere Hitzen erfolgen. Man braucht zu 100 Pfund Stabeisen 17—20 Cbfss. Kohlen bei 20—25 % Eisenabgang.

Suluschmiede.

f) Sulu- oder Bergmannsschmiede in Schweden frischt nicht die Deule, sondern die einzelnen gaar gewordenen Brocken aus.

Halbwallonenschmiede.

g) Halbwallonenschmiede in Frankreich und kaum noch in Schweden, schmiedet das Luppeneisen in besondern Schweissfeuern aus.

Luppenzängen.

Dritte Periode, Luppenzängen. Die nach der einen oder andern Methode erhaltene Luppe wird aus dem Herd mittelst des Luppenhakens vor den Hammerstock gezogen, beklopft, mittelst des Luppenbaumes auf den Ambos gesetzt und ihr unter Auspressen von Schlacke (Stockschlacke, Stockweich) unter dem anfangs langsamer, dann rascher gehenden Hammer eine prismatische Gestalt gegeben (das Zängen). Dann wird die gezängte Luppe (Massel) mittelst des Setzeisens unter dem Hammer in einzelne Stücke (Schirbel, Massel, Zaggel) zertheilt und diese behuf des Ausschmiedens nach gewissen Dimensionen während des Einschmelzens des Roheisens in der ersten Periode ausgeheizt, seltener in eigenen Wärmfeuern (Halbwallonenschmiede). Je nachdem die Schirbel mehr oder weniger roh sind, werden sie längere oder kürzere Zeit erhitzt. Das an dem ausgeschmiedeten Stabe sitzende dicke Ende (Kolben) reckt man dann ebenfalls aus. Durch die Hammerschläge wird der auf dem schweisswarmen Eisen gebildetete Glühspan entfernt.

Je nachdem man beim Schweissen noch eine weitere

Oxydation des Kohlenstoffs veranlassen will oder nicht (womit auch immer eine Oxydation des Eisens verbunden ist), gibt man eine trockene oder mehr saftige Schweisshitze, indem im letzteren Falle durch Zusatz von Sand etc. eine das Eisen umgebende Schlackenhülle hergestellt wird (S. 418).

Wesen der Methode.

§. 76. Zweimalschmelzerei. Nach dieser Methode (Wallonenarbeit) werden reinere, mangan-, schwefel- und phosphorarme weisse oder halbirte Holzkohlenroheisensorten, nachdem dieselben nöthigenfalls vorbereitet sind (Eifler Wallonenschmiede mit Läuterungsprozess, S. 442) oder gefeintes Koksroheisen (englische Wallonenschmiede) verfrischt und das Frischeisen in besondern Schweissfeuern (S. 462) oder Schweissöfen ausgewärmt, was zur Erzielung ausgezeichneter Eisensorten beiträgt (schwedisches Cement- und Drahteisen, steyersches, eifler und englisches Drahteisen). Das angewandte Roheisen befindet sich meist schon in einem solchen Zustande der Reinheit, wie es sich bei der deutschen Frischmethode erst nach dem Gänzeschmelzen zeigt; es entspricht deshalb das Gänzeschmelzen der Zweimalschmelzerei dem Roheinschmelzen der deutschen Frischmethode (S. 470), auf welches man bei den reineren Roheisensorten gleich ein Gaareinschmelzen folgen lassen kann (eifler, steyersche, schwedische Wallonenschmiede), während unreinere oder wenn Stabeisensorten der besten Qualität hergestellt werden sollen, ein wiederholtes Aufbrechen erfordern (englische Wallonenarbeit), wo sich der Prozess, mit Ausnahme des Ausheizens in besondern Schweissapparaten, dann dem deutschen Frischen nähert.

Chemische Vorgänge.

Die chemischen Vorgänge beim Gänzeschmelzen der Zweimalschmelzerei sind denen beim Roheinschmelzen der deutschen Frischmethode (S. 471) gleich, diejenigen beim Gaareinschmelzen bei beiden Methoden identisch.

Die hierher gehörigen Frischmethoden wendet man am meisten an, weil sie ein Stabeisen geben, dessen Vorzüglichkeit seine Erzeugung dem viel billigeren Puddeleisen gegenüber mit Vortheil zulässt.

Modificationen der Wallonenschmiede.

Die Beschaffenheit des zu Gebote stehenden Roheisens, die zu erstrebende Stabeisenqualität, auf welche auch das Schweissverfahren Einfluss ausübt (ob mit Holzkohlen, Koks

oder Steinkohlen), sowie locale Gewohnheiten haben zur Ausbildung nachstehender Prozesse beigetragen:

Eifler Wallonschmiede.

1) Die Eifler Wallonenschmiede, in der Eifel und in Rheinpreussen üblich für durch Läutern (S. 442) vorgefrischtes Holzkohlenroheisen, welches in einem mit feuchter Lösch umstellten Herde eingeschmolzen wird, nachdem man zuvor mittelst Schwallbrocken, alten Eisens und Stockweichs einen Frischboden gebildet hat. Während dieses Einschmelzens bricht man das zu Boden Gegangene schon auf, beschleunigt ersteres mit dem Fortschreiten der Gaare, fügt, wenn 50—70 Pfd. Roheisen eingeschmolzen sind, bei geschwächtem Wind Stochweich nach und bricht dann die fertige Luppe aus, welche nach dem Zängen in einem offenen Herd von 2 Fuss Länge und Breite ausgeheizt wird. Auf 100 Pfd. Stabeisen gehen zum Frischen und Schweissen 11 Cbfss. harte Kohlen bei 25 % Eisenabbrand.

Ein früher in Steyermark ausgeführter ähnlicher Prozess (steyersche Wallonenschmiede) ist wegen grösseren Brennmaterialaufwandes und stärkeren Eisenabbrandes der Einmalschmelzerei ganz gewichen.

Schwedische Wallonschmiede.

2) Schwedische Wallonenschmiede [1]) zur Darstellung des Danemoraeisens aus sehr reinen strahligen bis stark halbirten Gänzen (S. 64). Man schmilzt erst einige Schaufeln voll Stockweich ein, lässt von dem ins Feuer gehaltenen letzten Schirbel der vorigen Charge zur Bildung des Frischbodens etwas einschmelzen, während man gleichzeitig schon Roheisen einschmilzt. Sobald die ersten Partien des letzteren auf den Boden gelangt sind, beginnt man fortwährend mit der Brechstange zu arbeiten und die Eisentheile wieder über die Form zu bringen, so dass, wenn etwa 70 Pfd. eingeschmolzen sind, die Masse schon so weit gaar ist, dass man sie nur noch zur Luppe zu schmelzen braucht. Das Ausheizen der gezängten Luppen geschieht in einem offenen Herd. Man braucht auf 100 Pfd. Stabeisen beim Frischen 16—17, beim Ausheizen 13—15 Cbfss. Kohlen bei resp. 9—11 und 12½—15 % Eisenabgang.

1) Prechtl, technolog. Encyklopädie. XV, 419. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 374.

Englische Wallonenschmiede.

3) Englische Wallonenschmiede, welche in folgende Modificationen zerfällt:

Lancashireschmiede.

a) Lancashireschmiede, welche in England mit bei Koks gefeintem Steinkohlenroheisen in Frischfeuern mit Vorglühherden, gekühltem Boden, Wasserformen und bei erhitztem Wind betrieben wird. 110—130 Pfd. Roheisen werden, nachdem Gaarschlacke auf dem Boden zu einer glatten schmierigen Kruste zusammengegangen, niedergeschmolzen, wiederholt (bis 5 Mal und mehr) aufgebrochen und zuletzt zur Luppe niedergeschmolzen, welche gezängt, zertheilt und in Schweissfeuern oder in Flammenschweissöfen mit Steinkohle ausgeheizt wird. Auf 100 Pfd. Luppeneisen gehen 12—13 Cubikfuss Kohlen bei 6—9 % Eisenabbrand; beim Schweissen auf 100 Pfd. Stabeisen 12—13 Cbfss. Fichtenkohlen und 9—12 % Abgang.

Vor etwa 30 Jahren ist dieser Prozess auch für gutes Holzkohlenroheisen mit bestem Erfolge in Schweden [1]) (mit Ausnahme auf den Danemorawerken) eingeführt und zwar überall da, wo man eine bessere Stabeisenqualität erzielen will. Das Schweissen der Schirbel geschieht hier in Herden oder unter Brennmaterialersparung in ECKMANN'schen Holzgasschweissöfen (S. 463). Bei 22 % Eisenabbrand verbraucht man auf 100 Pfd. Stabeisen 18 Cbfss. Holzkohlen, weniger, als bei den sonst in Schweden üblichen Frischmethoden (Bergmanns-, deutsche, Franche Comté- und Wallonschmiede). Auch in Norwegen, zu Feistritz [2]) in Kärnthen u. a. ist diese Methode mit Vortheil ausgeführt.

Südwaleser Schmiede.

b) Südwaleser Schmiede. Graues gefeintes Koksroheisen wird aus dem Feineisenherd flüssig in den Frischherd abgestochen, nachdem man auf dessen Sohle die von den Seitenwänden abgelösten zerkleinten Ansätze und Stockschlacke nach mitten und hinten zu ausgebreitet hat. Man

---

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 381; 1863. S. 222. — TUNNER, Eisenhüttenwesen Schwedens. 1858. S. 47. — TUNNER, Stabeisen- und Stahlbereitung. II, 176. — Berggeist 1858. S. 110 (Vergleichung mit andern Methoden).

2) TUNNER, Leoben. Jahrb. VI, 189. — Berggeist 1857. S. 340. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 299.

mengt dieses Brockenwerk mit dem flüssigen Eisen gut zusammen, schmilzt es allmälig vor der Form nieder, bricht es wiederholt auf, schmilzt dann zur Luppe nieder und schlägt diese unter dem Hammer zu Platten *(stamps)* von 1 — 1½ Zoll Dicke, welche in Wasser geworfen und in Stücke von 5—10 Pfd. Gewicht zerbrochen und sortirt werden. Diese heizt man in den sogenannten *hollow-fires* (S. 463) aus und erzeugt daraus für die Weissblech- [1]) und Drahtfabrikation [2]) sehr reine Platinen, aber mit einem grossen Aufwand an Brennmaterial (7—8 Cbfss. Koks und 4½ Cbfss. harte Holzkohlen pro Centner Platinen) und einem bedeutenden Eisenverlust (40 % vom grauen Koksroheisen angefangen). Diese Methode gibt das gleichförmigste Weicheisen.

Müglafrischen

4) Mügla- oder Brockenfrischen in Kärnthen. Das Roheisen wird in Form von Flossen, Scheiben, Bruch- oder Wascheisen mehr roh, als gaar eingeschmolzen, dann mit gaarenden Zuschlägen vermengt und in Brocken getheilt, welche man aus dem Herd nimmt, einzeln gaar einschmilzt und dabei entweder Luppen- oder Anlaufeisen bildet. Nach

Brechschmiede.

einem ähnlichen Verfahren arbeitet die Brechschmiede in Ungarn, Böhmen, Mähren, Norwegen und Schweden, nur schmilzt man ein gaarschmelziges Roheisen langsam gleich mit den gaarenden Zuschlägen ein.

Beim Salzburg'schen Sinterfrischen wird geglühtes und gepochtes Roheisen mit Glühspan etc. eingeschmolzen.

Diese Methoden geben zwar ein reines Eisen, aber bei geringer Production, grossem Eisenverbrand und bedeutendem Kohlenverbrauch.

Anwendbarkeit.

§. 77. Einmalschmelzerei. Derselben werden weisserblasene gaarschmelzige reine manganhaltige Roheisensorten oder auch reine graue oder halbirte unterworfen, nachdem sie vorher durch einen Vorbereitungsprozess weiss gemacht und in den Zustand des luckigen Eisens versetzt worden. Schon während des Einschmelzens findet das Gaaren mittelst gaarender Zuschläge statt und die Schirbel der vorhergehenden Charge werden entweder vor dem Einschmelzen (Steyersche

1) Leoben. Jahrb. 1852. II, 134.
2) Leoben. Jahrb. 1852. II, 137.

und Kärnthner Löscharbeit, Tyroler Schmiede) oder gleichzeitig mit demselben ausgeheizt (Oesterreichische Schwallarbeit, Siegensche und Steyersche Einmalschmelzerei).

Chemische Vorgänge.

Die chemischen Vorgänge bei dem Einschmelzen gleichen denen im Wesentlichen, welche beim Gaareinschmelzen der deutschen Frischmethode (S. 471) stattfinden; man sucht bei flachem und schwachem Winde, langsamem Einschmelzen und reichlichem Zuschlag gaarender Stoffe das Mangan und den Kohlenstoff abzuscheiden, und da die Entfernung des letzteren nicht so vollständig, wie bei den andern Methoden gelingt, so sucht man diese beim Ausschmieden der noch rohen Schirbel durch mehrere saftige Schweisshitzen bei gaarenden Zuschlägen zu erreichen, was die gute Beschaffenheit des angewandten Roheisens zulässt.

Die hierher gehörigen Frischmethoden zerfallen in folgende Abarten:

Frischmethoden ohne Vorbereitung.

1) Frischmethoden ohne Vorbereitung des Roheisens, und zwar

Schwallarbeit.

a) Oesterreichische Schwallarbeit. Der Boden des mit Vorglühherd und Winderhitzung [1]) versehenen Frischfeuers (Taf. V. Fig. 126—128) wird 5—9 Z. hoch aus dicht gelegten Schwallstücken hergestellt, dann während des Einschmelzens von luckigem Roheisen die 8 Masseln der vorhergehenden Charge jede der Reihe nach in 2 Hitzen angewärmt, wobei ein Schweiss-, Zerrenn- oder Frisch-Boden durch abschmelzende Masseln und eisenreiche Zuschläge und darüber ein Schlackenboden gebildet wird. Neben dem gaaren Eisen findet sich nach dem Ausheizen und Einschmelzen noch rohes (Dünneisen) vor, welches nochmals über die Form gebracht und gegaart wird (Zu- oder Nachrennen); dann sticht man den Dachel aus. Auf 100 Pfd. Erzeugung gehen etwa 15—18 Cbfss. Holzkohlen bei 14—15 % Abgang.

In Fig. 126 — 128 auf Taf. V bezeichnet: *a* Formzacken. *b* Gicht- oder Windzacken. *c* Sinterblech. *d* Hinter- oder Wolfszacken. *e* Form. *f* Oeffnung über dem Wolfszacken zum Durchstecken von Grobwaare beim Ausheizen. *g* Schwallstücke.

1) Berggeist 1857. S. 340.

Steyersche Einmalschmelzerei.

b) Steyersche Einmalschmelzerei (Löscharbeit). In einer feuchten Löschgrube wird zunächst das Ausheizen der Masseln unter Zusatz von Stockweich vorgenommen und während der zweiten Hälfte desselben die ersten Flossengarbe nur vorgewärmt, dann nach Beendigung des Ausheizens auf dem gebildeten Frischboden die Garbe eingeschmolzen, gebildetes Dünneisen, wie vorhin angegeben, noch zerrennt und zuletzt der Dachel ausgehoben. Auf 100 Pfd. Stabeisen verbraucht man etwa 27 Cbfss. Kohlen bei 8—12 % Eisenabgang.

Siegensche Einmalschmelzerei.

c) Siegensche Einmalschmelzerei, nur noch selten angewandt. Strahliges bis halbirtes Roheisen wird neben dem Ausheizen der Masseln mit Zuschlägen eingeschmolzen und während dessen die niedergeschmolzenen Partien wiederholt vor der Form gegaart. Bei 25 % Eisenabbrand sind pro Ctr. Materialeisen 6 Cbfss. Kohlen erforderlich.

Osemundschmiede.

d) Osemundschmiede [1], früher in Westphalen üblich; man lässt Roheisen mit gaarenden Zuschlägen gaar einschmelzen und sich dabei Anlaufeisen (S. 473) an einem Kolben ansetzen, welches dann ausgeschmiedet wird. Auf 100 Pfd. Stabeisen gehen 19—21 Ckfss. Holzkohle bei 75 % Eisenausbringen.

Löschfeuerschmiede.

e) Löschfeuerschmiede [2], früher in der Grafschaft Henneberg. In einer Kohlengrube wird gaarschmelziges Roheisen mit schon fertigem Stabeisen möglichst schnell zur Gaare gebracht, wobei Einschmelzen und Ausschmieden in zwei verschiedenen Zeiträumen geschieht. Auf 100 Pfd. Stabeisen verbraucht man bei 67 % Ausbringen an 30 Cbfss. Kohlen.

Frischmethoden mit Vorbereitung.

2) Frischmethoden mit Vorbereitung des Roheisens. Man sucht blumige Flossen oder graues Roheisen durch Vorbereitung soweit zu entkohlen, dass sie als luckiges Eisen nach einmaligem Einschmelzen, wie bei der steyerschen Einmalschmelzerei, gaar sind. Es gehören hierher:

Bratfrischschmiede.

a) Bratfrischschmiede oder Kärnthner Löscharbeit. Blumige Flossen aus Blauöfen oder graues in Schei-

1) Karst., Arch. 1 R. XIII, 198.
2) Ann. d. min. 4 sér. 4 livr. de 1842. p. 258.

ben (S. 311) gerissenes (Blattlheben) Weisseisen wird 12 bis 15 Stunden gebraten (S. 442), dann nach der steyerschen Methode (S. 480) verfrischt. Auf 100 Pfd. Stabeisen kommen 25—30 Cbfss. Kohlen bei 20 % Eisenverlust.

Zerrenn-schmiede.

b) Zerrennschmiede in Steyermark.[1]) Graues Roheisen von leichtflüssiger Beschickung wird in einem Zerrennherd gefeint (Hartzerrennen S. 444), in Scheiben gerissen, gebraten und nach der steyerschen Einmalschmelzerei gegaart (Weichzerrennen).

Kartitsch-schmiede.

c) Kartitschschmiede in Kärnthen. Halbirtes oder graues Blauofeneisen wird in einem besondern Feuer mit gaarenden Zuschlägen zu einem Klumpen (Kartitsch, Hahn, Hasen) geschmolzen, den man ausbricht, zerschlägt und nach der steyerschen Einmalschmelzerei verfrischt. Bei 20 % Abgang verbraucht man auf 100 Pfd. Stabeisen 27—30 Cbfss. Kohlen.

§. 78. Producte vom Frischen. Dieselben können folgende sein:

Schmiede-eisen.

1) Schmiedeeisen, Frischeisen, Stabeisen, geschmeidiges Eisen (I. 699); ist entweder nach gehöriger Prüfung auf seine Qualität (S. 420) und seine Dimensionen gleich Handelswaare oder wird auf dem Hüttenwerke noch weiter verfeinert (Draht- und Blechfabrikation etc.) Beim Herdfrischen, wo man nicht mit soviel oxydirenden Schlacken arbeitet, wie beim Puddeln, erhält man ein kohlenstoffreicheres, härteres, körniges, dichtes und zähes Eisen, welches für manche Verwendungen durch das meist geringe Menge Schlacken und oft Schwefel enthaltende sehnige Puddeleisen nicht ersetzt werden kann, z. B. bei der Cementstahl-, Draht- und Blechfabrikation. Das in neuerer Zeit häufig dargestellte Feinkorn-Puddeleisen hat jedoch das Herdfrischeisen vielfach verdrängt.

Abfalleisen.

2) Abfalleisen, unganze Stäbe, Stabenden, Blechabschnitte etc. werden entweder beim Gaarschmelzen zugesetzt oder für sich zu Paqueten vereinigt und im Frischherde mit gaaren Zuschlägen niedergeschmolzen [Schweden[2])] oder geschweisst und ausgereckt, wobei man ein durch grosse

1) Oesterr. Ztschr. 1858 S. 251.
2) Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung. II, 219.

Zähigkeit sich auszeichnendes Product (**Ramasseisen**) erhalten kann, z. B. zu Annahütte[1]) bei Königsberg, zu Rotherhithe[2]) in London etc. Auch werden Bohr- und Drehspäne beim Schmelzen in Hohöfen (S. 84) und Kupoloöfen (S. 348) zugesetzt.

Eisenfrischschlacken.

3) **Eisenfrischschlacken**, und zwar **gaare** (I. 866) und **rohe** (I. 865). Dieselben dienen als Zuschläge beim Frischen (S. 451), wurden früher wohl in Zerrennfeuern (S. 82) und Wolfsöfen (S. 82) auf Eisen behandelt, werden aber meist den Eisensteinsbeschickungen (S. 81) vorsichtig zugegeben, neuerdings aber auch nach der Methode von LANG und FREY (S. 82) für sich auf Roheisen verschmolzen. Die sehr gaaren, zähflüssigen, im Herde Ansätze bildenden Schlacken (**Schwall, Schwahl**), sowie die Zängeschlacken (**Stockweich**) werden nur beim Frischen benutzt.

Glühspan.

4) **Hammerschlag, Glühspan** oder **Schmiedesinter** (I. 779; III. 452) dient als stark gaarender Zuschlag.

Gichtgase.

5) **Gichtgase**, welche die verschiedenste Anwendung finden (I. 307; III. 456).

Zweiter Theil.

Flammofenfrischen (Puddeln).

Anwendbarkeit.

§. 79. **Allgemeines.** Für die Auswahl dieses Prozesses statt des Herdfrischens sprechen besonders die Anwendbarkeit roher und gasförmiger Brennmaterialien bei minderem absoluten Verbrauch, eine grössere und billigere Production und die Möglichkeit, aus minder guten Roheisensorten brauchbares Stabeisen zu erzeugen (S. 432).

Geschichtliches.[3])

Der Puddelprozess mit Steinkohlen ist 1787 von HENRY CORT und PARTNELL in **England** zuerst ausgeführt, erst zu Anfang der 20ger Jahre nach **Schweden** (Skebo) und

1) Bgwfd. XVIII, 533.
2) TUNNER, Ber. über die London. Ind.-Ausst. von 1862. S. 48.
3) Berggeist 1860. S. 572. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 36.

Frankreich (Fourchambault), am Ende der 20ger Jahre in die **Rheinprovinz**, in der Mitte der 30ger Jahre nach **Westphalen** und **Oberschlesien**, in den 40ger Jahren nach dem **Siegenschen** und von da nach dem **Harze** (Rothehütte, Königshütte) etc. gelangt.

Statt der Steinkohlen kamen schon 1819 Holz (Skebo, später in Kärnthen, Steyermark, Baiern etc.), seit Ende der 20ger Jahre Torf (Lauchhammer, später in Würtemberg, Steyermark, Böhmen, Hannover etc.), Braunkohlen seit 1832 (Baiern, später in Steyermark, Kärnthen, Nassau etc.), seit 1837 nach FABER DU FAUR's Erfindung Gichtgase (Wasseralfingen, Steinrenner Hütte am Harze 1842 etc.) und Generatorgase aus Torf (Lauchhammer, Mägdesprung, Ilsenburg und Rothhütte am Harz, Kärnthen, Tyrol etc.), aus Holz (Kärnthen, Steyermark, Ungarn, Thüringen, Zorge am Harz etc.), aus Braunkohlen (Steyermark, Baiern) und aus Steinkohlen (Oberschlesien, Siegen etc.) zur Verwendung.

Classification. Wie beim Herdfrischen, soll in Nachstehendem zunächst von den Puddelmaterialien, dann von den Puddelvorrichtungen und zuletzt von den Puddelmethoden die Rede sein.

Literatur. Auf das Puddeln beziehen sich nachstehende Schriften:

HARTMANN, der practische Puddel- und Walzmeister 1858.

E. MÄURER, Maass- und Gewichtsverhältnisse der Roh- und Zwischenproducte bei der Darstellung des Schmiedeeisens nach der englischen Frischmethode oder durch den Puddlings- und Walzprozess. Stuttgart 1861.

GRUNER ET LAN, état présent de la métallurgie du fer en Angleterre. Paris 1862. pag. 401.

ANSIAUX und MASION, pract. Handb. über die Fabrikation des Puddeleisens und Puddelstahls. Deutsch von HARTMANN. Leipzig 1861. (Berggeist 1861. No. 53.)

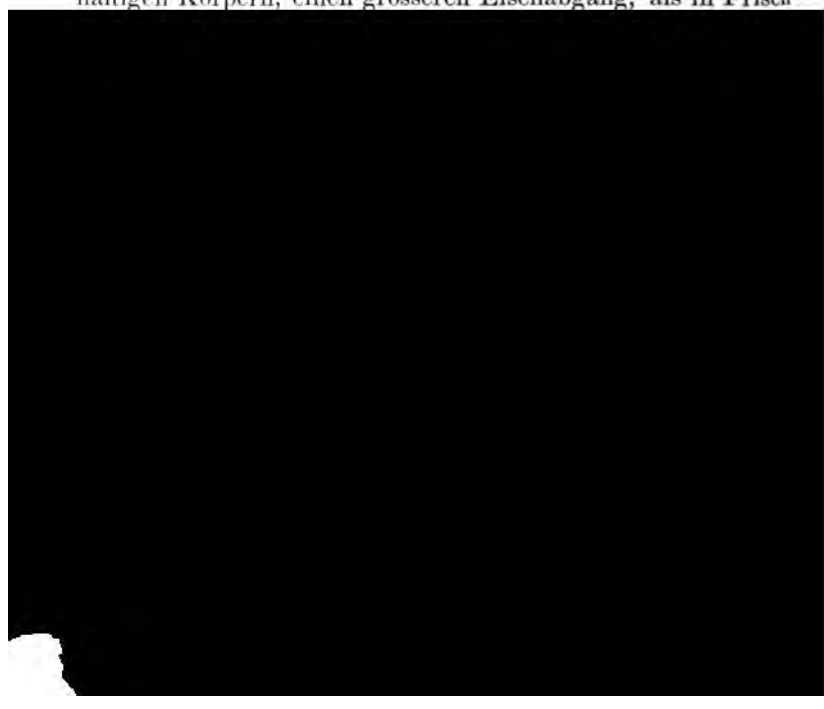
TRURAN, britisches Eisenhüttengewerbe. Deutsch von HARTMANN. 1864. S. 315.

LE PLAY, Grundsätze, welche die Eisenhüttenwerke mit Holzbetrieb und die Waldbesitzer befolgen müssen, um den Kampf gegen die Hütten mit Steinkohlenbetrieb erfolgreich führen zu können. Deutsch von HARTMANN. Freiberg 1858.

Erstes Kapitel.

Puddelmaterialien.

...enarten. §. 80. Roheisen. Die verschiedenen Roheisensorten verhalten sich beim Puddeln ähnlich, wie beim Herdfrischen (S. 437). Bei gaarem Weisseisen und blumigen Flossen mit etwa 4 % Kohlenstoff lässt sich, wenn dieselben rein sind, das Frischen beschleunigen und an Brennmaterial sparen, indem sie mehr oder weniger teigartig einschmelzen. Das Spiegeleisen ist rohschmelziger, aber zu werthvoll, um für sich verpuddelt zu werden, und dient deshalb meist nur als verbessernder Zusatz zu unreineren Roheisensorten. Die luckigen, namentlich die kleinluckigen Sorten werden selten für sich angewandt, weil sie zum Flüssigwerden immer sehr hoher Temperatur bedürfen; bei ihrer dickflüssigen Beschaffenheit und dem geringen Kohlenstoffgehalt geben sie im Puddelofen, weil in mehr Berührung mit sauerstoffhaltigen Körpern, einen grösseren Eisenabgang, als in Frisch-



cium und Graphit reichen Koksroheisenarten werden nur selten (zuweilen in Schottland) für sich verpuddelt, weil bei ihrer Rohschmelzigkeit das Frischen zu lange dauert, der Eisenabgang wächst und die entstehende kieselerdereiche Schlacke den Ofenherd stark angreift. Aehnlich verhält sich Roheisen, welchem Eisenhohofenschlacke in grösserer Menge beigemengt ist, weshalb man dasselbe besser in gusseiserne, als in Sandformen giesst.[1] Bei sehr rohschmelzigem Eisen wendet man folgende verbessernde Mittel an:

Modificationen bei rohschmelzigem Eisen.

a) Raffiniren in Feineisenfeuern oder Flammöfen bei siliciumreichem graphitischen (rohschmelzigen) und sonst unreinem Roheisen (schwefelhaltigem Steinkohlen- und Koksroheisen), je nach seiner Reinheit und der Qualität des Brennmaterials bis zum Zustand des strahligen oder kleinluckigen Gefüges (S. 448). Dieses zwar günstig wirkende, aber kostbare Mittel wurde bei der älteren Methode des Trockenpuddelns für die grauen Roheisensorten fast immer angewandt, ist aber seit Einführung des vollkommeneren Schlackenpuddelns für die nicht schwarzgrauen Sorten entbehrlicher geworden, wenn man dasselbe passend modificirt, z. B. mehrere Chargen graues, dann wieder einige Chargen weisses Roheisen verarbeitet, und in nachstehender Weise für eine entsprechende Zurichtung des Ofenherdes und passende Gattirung des Roheisens sorgt.

b) Gattiren eines rohschmelzigen Eisens mit gaarschmelzigerem oder raffinirtem; durch vorheriges Zusammenschmelzen der verschiedenen Eisensorten in einem Kupoloofen und Einlassen im flüssigen Zustande in den Puddelofen [Hörde[2])] erhält man zwar ein gleichartiges, besser frischendes Product, aber nach KUDERNATSCH[3]) leidet dabei die Ofensohle zu sehr und wegen erforderlicher Gebläseanlage spart man nichts. Zuweilen werden schon beim Feinen verschiedene Roheisensorten zusammen eingeschmolzen [Low Moor[4])].

1) Bgwfd. IX, 156, 550.
2) Berggeist 1861. No. 18. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 483.
3) Oesterr. Ztschr. 1861. No. 48. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 211.
4) Preuss. Ztschr. IV, 217.

c) Passende Einrichtung des Ofenherdes, z. B. Kühlung desselben von unten und von den Seiten[1]), Herstellung des Schlackenbodens und der Seitenwände aus sehr strengflüssigen Schlacken, z. B. ausgesaigerten Puddelschlacken[2]), aus altem Eisenwerk[3]) etc.

Manganhaltiges Roheisen.

Manganhaltiges Roheisen verliert nach LIST[4]) und ANDREE[5]) seinen ganzen Mangangehalt beim Frischen, mit dessen Menge aber der Eisenabbrand, die Dauer der Charge und der Kohlenverbrauch wächst. Dagegen erzeugt das Manganoxydul eine dünnflüssige Schlacke, aus der sich das Eisen gut abscheidet, und trägt zur Entfernung des Schwefels (S. 14) und Siliciums (S. 14), vielleicht auch des Phosphors (S. 15) bei. Da die manganoxydulhaltigen Schlacken weniger entkohlend wirken, als eisenhaltige, so wirkt ein Mangangehalt auf die Bildung eines kohlenstoffreicheren, stahlartigen Feinkorneisens hin. Auch bedecken die dünnflüssigeren manganhaltigen Schlacken das Eisen besser und schützen es so gegen den Zutritt der Luft.

Brennstoffe.

§. 81. Brennmaterialien. Man wendet bei den verschiedenen Operationen des Puddelprozesses nachstehende Brennstoffe an:

Beim Feinen.

I. Weissen oder Feinen des Roheisens.

In Raffinirflammöfen (S. 448) braucht man seltener Steinkohlen, als brennbare Gase, in Feineisenfeuern seltener Holzkohlen (S. 445), als Koks. Rohe Steinkohlen gewährten in letzteren auf DOWLAIS' Eisenwerken in Wales keine Vortheile vor Koks; man brauchte etwa 1 Ctr. Steinkohle pro Tonne Feineisen mehr, als von Koks, indem man das Feinen längere Zeit fortsetzen musste; bei verminderter Production wurde die Arbeit vermehrt. Anthracit hat sich wohl bewährt, wenn man denselben, um sein Zerspringen zu verhüten, theilweise verkohlt und noch heiss

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 6.
2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 8.
3) COUAILHAC in Berggeist 1861. S. 76.
4) B. u. h. Ztg. 1860. S. 52.
5) Oesterr. Ztschr. 1860. No. 16. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 222.

ins Feineisenfeuer bringt (Ystalifera) oder denselben in einem 3—4 Fuss über dem Herd gelegenen Raum erhitzt, in welchen man Gebläseluft einleitet. Sobald der Anthracit allmälig und hinreichend erhitzt ist, bringt man ihn ins Feineisenfeuer.

II. Puddeln des Roheisens.

Beim Puddeln

Hierbei verwendet man die verschiedensten Brennstoffe, und zwar:

A. Feste Brennmaterialien, als:

Steinkohlen.

1) Steinkohlen, zuerst und am häufigsten benutzt wegen ihres hohen pyrometrischen Wärmeeffectes. Am besten sind in Sinterkohlen übergehende Backkohlen; bei mageren Kohlen [1]), namentlich bei Klein, bedarfs besonderer Rostvorrichtungen (Treppenroste, Unterwind etc.), z. B. zu Alvenslebenhütte [2]) in Oberschlesien. Auf mehreren oberschlesischen Werken [3]) hat man reine backende Kleinkohlen bei tiefer gelegtem Rost und Zuführung von Verbrennungsluft zu der Kohlenschicht mit Vortheil benutzt. Die bei einem Schwefelgehalt (I. 291) der Kohlen entwickelte schweflige Säure übt nach JANOYER [4]) beim Puddeln keinen wesentlichen Einfluss aufs Eisen aus, indem auf dessen Oberfläche etwa gebildetes Schwefeleisen sich mit oxydirtem Eisen zu Oxysulphuret vereinigt und verschlackt wird. Auf 100 Pfd. Luppeneisen oder Rohschienen *(Mill-Bars)* braucht man 80—100 Pfd. und mehr, und in 1 Stunde 3½—5 Ctr. Steinkohlen.

Anthracit.

Bei Anwendung von Anthracit [5]) bedarfs zur Erzeugung einer hinreichenden Flamme und einer energischen Verbrennung der Zuführung von Wasserdampf und Gebläseluft unter den luftdicht abgeschlossenen Rost.

---

1) KARST., Arch. 1 R. III, 107. — Bgwfd. VI, 33.
2) HARTMANN, Fortschr. I, 264; V, 204. — Schles. Wochenschr. 1859. S. 395; 1861. S. 250. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 185.
3) Schles. Wochenschr. 1861. No. 48. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 247. — HARTMANN, Fortschr. V, 188, 204.
4) B. u. h. Ztg. 1855. S. 195.
5) B. u. h. Ztg. 1862. S. 28.

Braunkohlen. 2) Braunkohlen.[1]) Manche Sorten, namentlich Lignite im getrockneten Zustande [Maximilianshütte im Sauforst[2]), Kaufing[3]), Westerwald[4])] werden auf grossen horizontalen oder auf Treppenrosten (I. 182) unter Zuführung von erhitztem Verbrennungswind verbrannt. Auch kommen ältere Braunkohlen auf Treppenrosten (I. 182, 281) zur Verwendung [Leoben[5]), Prävali[6]), Krems[7])]. Die ersten Versuche mit Braunkohlen wurden 1832 zu Bodenwöhr im bairischen Fichtelgebirge gemacht, bald darauf zu Maximilianshütte, 1844 auf dem Hessenbrückerhammer im Hessischen, dann in Kärnthen (Buchscheiden, Freudenberg, Prävali), Steyermark (Leoben, Store, Judenburg) und zu Hachenburg im Nassauischen.

Man verbraucht auf 1 Ctr. Rohschienen z. B. zu Maximilianshütte 120 - 130 Pfd., zu Prävali bei Verbrennungswind 122, ohne solchen 141 Pfd., zu Krems bei Verbrennungswind 116 Pfd. und zu Leoben 150 Pfd. Braunkohlen. Zu Kaufing waren 44 Ctr. ungetrocknete Braunkohlen im Heizeffecte einem Klafter (16 — 18 Ctr.) guten weichen Holzes gleich.

Torf. 3) Torf[8]) ist zu Ende der 20ger Jahre zuerst in Lauchhammer, 1830 zu Ichoux in Frankreich, später zu Königsbronn und Itzelberg im Würtembergischen, 1841 zu Rottenmann in Steyermark, 1844 zu Wasseralfingen, neuerdings zu Kallich in Böhmen und zur Maximilianshütte[9]) bei Traunstein bald im lufttrocknen, bald

1) Bgwfd. XI, 309; XV, 343; XVII, 660. — B. u. h. Ztg. 1841. S. 73; 1852. S. 81. — Leoben. Jahrb. 1842. S. 257. — Dingl. Bd. 134. S. 34.

2) Leoben. Jahrb. 1858. VIII, 121. — Hartmann, Fortschr. I, 276; III, 225. — B. u. h. Ztg. 1859. S. 389.

3) Oesterr. Ztschr. 1857. No. 12.

4) B. u. h. Ztg. 1854. No. 36.

5) Leoben. Jahrb. 1852. II, 246.

6) Zerrenner's Gasfeuerung. 1856. S. 218. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 131.

7) Ibid. S. 221.

8) B u. h. Ztg. 1843. S. 736; 1845. S. 337; 1850. S. 145. — Oesterr. Ztschr. 1853. S. 112. — Dingl. Bd. 96. S. 202; Bd. 59. S. 470.

9) Preuss. Ztschr. IV. B. 236. — Hartmann, Fortschr. I, 275; VI, 221. — Leoben. Jahrb. 1861. XI, 56.

in gedörrtem Zustande zur Anwendung gekommen, wobei Verbrennungswind hinzugeleitet wird.

Zu Hammerau und Ebenau[1]) in Baiern will man vom Torfgaspuddeln zur directen Anwendung des Torfes auf horizontalem Rost bei Zuführung von Verbrennungswind übergehen, womit eine vollkommenere Ausnutzung des Brennstoffes bei weniger Kostenaufwand, weniger Betriebskosten und geringere Belästigung des Arbeiterpersonals durch die Hitze verbunden ist.

Man verbraucht zu Maximilianshütte auf 1 Ctr. Luppeneisen $14\frac{1}{2}$ Cbfss. gedörrten Torf, wovon 153 Cbfss. durch 108 Cbfss. (1 Wien. Klafter) lufttrocknes Holz ersetzt werden.

Holz.

4) Holz[2]) ist zuerst 1819 zu Skebo in Schweden, dann 1829 zu Frantschach in Kärnthen, 1830 an mehreren Orten in Baiern, 1840 zu Neuberg in Steyermark, zu Wolfsberg in Kärnthen, in Polen[3]) u. a. angewandt, und zwar bald im lufttrocknen, bald im gedörrten Zustande bei einer gewöhnlichen Rostfeuerung oder bei Pultfeuerung[4]) (I. 184), z. B. in Schweden und im bairischen Fichtelgebirge. Selten hat man einen sogenannten todten Rost ohne Fugen [Unterkochen[5])].

Mit Holz lassen sich auf die Dauer leichter höhere Temperaturen hervorbringen, als mit Torf, ersteres ist besser zu dörren und, unabhängig von Witterungsverhältnissen, von gleichartigerer Beschaffenheit zu erhalten; dagegen ist sein Preis häufig höher, als der des Torfes, und es hält oft schwer, sich für eine grössere Production mit gedörrtem Holze zu versehen.

In Russland wird ein Theil Roheisen in Puddelöfen mit Holz verarbeitet, der grösste jedoch noch in Frischherden.

---

1) Leoben. Jahrb. 1861. XI, 48 (Daselbst auch Ausführliches über Gewinnung, Trocknung und Darrung des Torfes).

2) B. u. h. Ztg. 1843. S. 448, 463.

3) Ann. d. min. 1858. 1 livr. p. 89.

4) B. u. h. Ztg. 1848. S. 226. — Tunner's Jahrb. 1847. — Schles. Wochenschr. 1861. S. 259.

5) B. u. h. Ztg. 1856. S. 99.

Gase.

B. Gasförmige Brennmaterialien.

Brennstoffe, welche sich zu einer directen Verwendung nicht eignen, können die zum Puddeln erforderliche Hitze geben, wenn man sie in Generatoren durch Verbrennen mittelst Zug- oder kalter Gebläseluft (Unterwind) in brennbare Gase (Generatorgase, I. 324) verwandelt und diese mittelst erhitzten Windes verbrennt. Die Gasfeuerung ist besonders da angebracht, wo es sich um Erzeugung möglichst hoher Temperaturen handelt, wobei die Ausnutzung der Wärme im Ofen selbst weniger wichtig ist. Eine solche muss aber dadurch möglichst geschehen, dass man die abziehende Hitze zum Erwärmen der Verbrennungsluft benutzt und so die Wärmemenge gleichsam in Intensität verwandelt. Zur Erzeugung niederer Temperatur bei pulverförmigem Brennstoff wendet man besser Treppenroste, Querroste u. dgl. an. Vor der gewöhnlichen Feuerung hat die Gasfeuerung noch den Vorzug, dass man den Zutritt der Verbrennungsluft besser reguliren und alle Rauchbildung vermeiden kann. Dadurch, dass man auch die brennbaren Gase noch besonders erhitzt, werden sehr hohe Temperaturen erzielt (SIEMENS' Regeneratorprincip). Eine derartige Erhitzung der Gase erreicht man auch dadurch, dass man sie nach unten durch eine Schicht glühenden Brennmaterials ableitet, wobei auch die Wasserdämpfe zerlegt werden. [1]) Von den Temperaturen, welche die verbrennenden Gase geben können, war Bd. I. S. 326 die Rede.

Da durch die Vergasung der Brennstoffe ihre vollkommenste Ausnutzung erreicht wird, so unterwirft man dieser auch wohl bessere Brennstoffe. Gichtgase (I. 304) haben sich weniger bewährt, als Generatorgase.

Gichtgase.

1) Gichtgase von Eisenhohöfen [2]), Frischfeuern [3]) etc., seit FABER DU FAUR's Erfindung (I. 301) im Jahr 1837 auf

1) Oesterr. Ztschr. 1856. S. 269; 1862. No. 10. — HARTMANN, Fortschritt. VI, 214. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 336; 1862. S. 440.
2) Bgwfd. IV, 156, 380; VI, 209. — B. u. h. Ztg. 1846. S. 817.
3) Bgwfd. IV, 513. — B. u. h. Ztg. 1846. S. 169. — TUNNER, Stabeisen- und Stahlbereitung. II, 256.

verschiedenen Hütten versucht, aber aus den Bd. I. S. 301 angegebenen Gründen meist wieder aufgegeben.

Generatorgase.

2) Generatorgase[1]), und zwar datirt deren Anwendung aus dem Jahre 1839 (I. 302).

Ein einfacher Gaspuddelofen erfordert pro Min. etwa 300, ein Doppelofen an 500 Cbfss. Wind von 1½—6 Lin. Quecksilberpressung; der Verbrennungswind wird gewöhnlich auf 100—150° C. erhitzt.

Holzgase.

a) Holzgase[2]) gestatten bei gut getrocknetem oder gedörrtem Holze einen sehr günstigen Betrieb, wie z. B. an den folgenden Orten (mit beigesetztem Brennstoffaufwand): Lippitzbach[3]) (4 österr. Cbfss. gedörrt pro Ctr. Luppeneisen), Neuberg[4]) (5 österr. Cbfss. rohe Holzmasse), Neuhütten[5]) in Böhmen (6 österr. Cbfss. ged. Holz excl. Zwischenräumen), Thiergarten[6]) (8,7 Cubikfuss lufttr. H. incl. Zwischenräumen), Brezowa[7]) (7,39 Cbfss. unged. und 6,39 Cbfss. ged. Holz), Nadrag[8]) (5—6 Cbfss.), Unterkochen[9]) (15—16 würtemb. Cbfss. ged. Holz incl. Zwischenräumen), Zorge[10]) am Harz (9—14 Cbfss.), Villotte (I. 339), Erzherzogl. Karlshütte[11]) etc.

Da bei der besten Herdfrischmethode, der Lancashireschmiede (S. 477), auf 100 Pfd. Luppeneisen wenigstens 11 Cubikfuss Holzkohlen = 22 Cbfss. Holz bei 50% Kohlenausbringen gehen, so braucht man beim Puddeln mit Holz durchschnittlich etwa 8 Cbfss. Holz, also 63% weniger.[12])

Wegen leichter Magazinirung und grösster Reinlichkeit

1) Berggeist 1860. S. 588. — Zerrenner, Gasfeuerung. 1856.
2) B. u. h. Ztg. 1846. S. 169; 1849. No. 6; 1851. S. 1; 1852. S. 610. — Oesterr. Ztschr. 1853. S. 3; 1854. S. 207; 1855. S. 219, 251. — Preuss. Zeitschr. 1856. III. Lief. 4. — Le Play, Grundsätze. 1858.
3) B. u. h. Ztg. 1856. S. 99; 1857. S. 119.
4) B. u. h. Ztg. 1856. S. 99.
5) B. u. h. Ztg. 1856. S. 98.
6) B. u. h. Ztg. 1856. S. 99.
7) Zerrenner's Gasfeuerung. S. 229.
8) Ibid. S. 242.
9) B. u. h. Ztg. 1856. S. 99.
10) B. u. h. Ztg. 1860. S. 155; 1861. S. 263.
11) B. u. h. Ztg. 1859. S 286.
12) Berggeist 1858. S. 147. — B. u. h. Ztg. 1855. S. 93.

des Betriebes ist Holz das beste Material für die Gaserzeugung. Torf erfordert schon grössere Magazine und sein Aschen- und Wassergehalt sind störend; dann folgen reinere Braunkohle und nicht backende Steinkohle.

Torfgase.

b) Torfgase[1]) gestatten einen weniger günstigen Betrieb, als die vorigen, wegen des oft bedeutenden Aschengehaltes des Torfes und seines nur umständlich auszutreibenden Wassergehaltes, und man ist deshalb an mehreren Orten, z. B. am Oberharze, zu Ilsenburg etc. vom Torfgaspuddeln zum directen Puddeln mit Steinkohlen übergegangen. Die ersten Versuche mit Torfgasen wurden in Lauchhammer angestellt. Die Vergasung des Torfes geschieht zweckmässig auf MÜLLER'schen Heizpulten (I. 182), wie in Kärnthen. Als Beispiele sind anzuführen: Buchscheiden[2]) (10—12 Cbfss. lufttr. Torf auf 100 Pfd. Luppeneisen bei MÜLLER'schem Heizpult), Freudenberg[3]) (12 Cbfss.), Kessen[4]) (12,71 Cbfss.), Ebenau[5]) (17 Cbfss.), früher zu Mandelholz[6]), Ilsenburg und Mägdesprung am Harz, Neustadt[7]) am Rübenberge in Hannover etc. Während auf dem Oberharze auf 100 Pfd. Puddeleisen zu Königshütte 2,56 Cbfss. (102,25 Pfd.) und zu Mandelholz 2,75 Cbfss. Steinkohlen gehen, verbrauchte man früher zu Mandelholz bei einem Zuggasgenerator 30,4 und bei einem Gebläsegasgenerator 29,6 Cbfss. Brennmaterial (Torf, Fichtenzapfen, Reisig) pro 100 Pfd. Product.

Hält der lufttrockene Torf nicht über 6 % Asche, ist er gut gedörrt und stets in hinreichender Menge vorhanden,

1) Bgwfd. XIII, 39; XVI, 430. — B. u. h. Ztg. 1849. S. 81; 1851. S. 1; 1855. S. 139, 150. — DINGL. Bd. 131. S. 153; Bd. 132. S. 272. LE PLAY, Grundsätze.
2) ZERRENNER's Gasfeuerung. S. 159. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 119. — Leoben. Jahrb. VI, 148.
3) ZERRENNER c. l. S. 183. — Leoben. Jahrb. VI, 148. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 106; 1859. S. 287; 1860. S. 208.
4) ZERRENNER c. l. S. 194.
5) Ibid. S. 203. — Leoben. Jahrb. XI, 21.
6) Berggeist 1860. No. 52, 55; 1859. S. 11. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 263, 264. — HARTMANN, Fortschr. III, 223.
7) Allgem. b. u. h. Ztg. 1862. S. 5.

so kann man damit gleiche Temperaturen, wie mit Holz erreichen und der Verbrauch an beiden ist nahe gleich, z. B. zu Lippitzbach[1]) auf 100 Pfd. Rohschienen 3¾ massive Cubikfuss Holz = 115 Pfd. im lufttrocknen Zustande oder 12 Cbfss Torf incl. Zwischenräumen von 125 Pfd. Gewicht. Der Aschengehalt des Torfs erfordert ein öfteres Reinigen und Schüren, in Folge dessen im Vergleich zu Holz auf die erzeugte Waare 8—10% mehr verbraucht werden können und sich die Erzeugung um 10% vermindern kann.

c) Braunkohlengase[2]) werden seltener, als Torfgase angewandt, weil die Braunkohlen häufig aschen- und wasserreich sind und beim Trocknen zu sehr zerfallen, wo dann MÜLLER's Heizpult zweckmässig Anwendung finden kann. Hierher gehörige Beispiele sind theilweise S. 488 unter Braunkohlen angeführt, da der directe Betrieb mit denselben in den Gasofenbetrieb übergeht.

Braunkohlengase.

d) Steinkohlengase stellt man besser aus mageren, als aus fetten Kohlen dar; ihre Erzeugung erfordert in der Anlage und Unterhaltung theurere Generatoren, als die vorigen Gase. Zu Kirchhunden[3]) im Siegenschen hat man beim Stahlpuddeln wegen der Möglichkeit, die Temperatur besser zu reguliren, neben einer Ersparung von 35—40% Steinkohlen bei Steinkohlengasen ein grösseres Ausbringen (5—10% mehr) und schnellere Arbeit gegen früher erreicht.

Steinkohlengase.

e) Holzkohlen-[4]) und Koksgase[5]) sind auch zur Anwendung gekommen.

Holzkohlengase.

f) Wasserstoffgas, durch Ueberleiten von Wasserdämpfen über glühendes Eisen erhalten, ist von KRAUSE und TAYLOR[6]), ein Gemenge von Kohlenoxydgas und

Wasserstoffgas.

---

1) Leoben. Jahrb. 1857. VI, 129.

2) Bgwfd. VII, 26; XI, 249, 309; XVII, 661. — B. u. h. Ztg. 1844. S. 89; 1845. S. 521; 1849. S. 437; 1851. S. 1. — TUNNER, Jahrb. 1842. S. 257.

3) Berggeist 1859. No. 85. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 235.

4) B. u. h. Ztg. 1852. S. 611. — Oesterr. Ztschr. 1855. S. 251.

5) LE BLANC, Eisenhüttenkunde. IV, 71.

6) B. u. h. Ztg. 1847. S. 401. — DINGL. Bd. 70. S. 453.

Wasserstoffgas, durch Zersetzung des Wassers mittelst glühender Kohlen erzeugt, von LEVICK [1]) empfohlen worden.

Beim Schweissen.

III. Schweissen des Frischeisens.

Schweissfeuer.

A. Schweissen in Herden. Hierbei kommen, wie beim Frischfeuerbetrieb, seltener Holzkohlen, als Steinkohlen und Koks oder beide zusammen zur Verwendung.

Zu Rothehütte [2]) oder Mandelholz am Harz verbraucht man auf 100 Pfd. Puddeleisen 1,54 Cbfss. (61,6 Pfd.) Steinkohlen und 0,2 — 0,3 Cbfss. Cinder, zu Königshütte am Harz auf 100 Pfd. Stabeisen 1,15 Cbfss. = 45,8 Pfd. Steinkohlen, neuerdings 0,93 Cbfss., in Zorge [2]) am Harz 50 bis 60 Pfd. Steinkohlen pro Centner Stabeisen.

Schweissöfen.

B. Schweissen in Flammöfen. Es sind hierbei im Wesentlichen dieselben Brennstoffe im Gebrauch, wie bei den Puddelöfen, nur sucht man durch passende Verbrennungsvorrichtungen deren pyrometrischen Effect möglichst zu steigern (SIEMENS'sche Regeneratoröfen, Anwendung von heissem Verbrennungswind und Unterwind etc.).

1) Feste Brennmaterialien:

Steinkohlen.

a) Steinkohlen, am häufigsten verwandt. Es sind pro Centner Stabeisen etwa 40 — 70 Pfd und in 1 Stunde 4—5$\frac{1}{2}$ Ctr. davon erforderlich. 1804 wurden Steinkohlenschweissöfen von England aus zuerst in Oberschlesien eingeführt. Bei Anwendung von Unterwind [3]) spart man $\frac{1}{3}$ Kohlen, die Arbeit geht rascher, man kann aschenreicheres und kleineres Brennmateriel anwenden und die Zeit zum Putzen des Rostes wird beträchtlich vermindert. Zu Neustadt am Rübenberge [4]) wurden bei Unterwind 42 % an Kohlen gespart, die Dampfentwicklung durch die abgehende Flamme um 25 % gesteigert, die Production um 16—20 % erhöht und der Eisenabgang um einige Procente vermindert.

---

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 170.
2) HARTMANN, Fortschr. III, 225; IV, 220.
3) Berggeist 1859. No. 102. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 284, 487.
4) B. u. h. Ztg. 1859. S. 399, 469; 1860. S. 255.

Aehnliche Resultate erhielt man in Westphalen[1]) (Hörde, Werke von HOESCH), wobei ausserdem der Verbrauch an Roststäben abnahm und die Schweissung vollkommener wurde, weil bei Anwendung der Gebläseluft der Zutritt der Luft durch die Arbeitsöffnung beschränkt und die Arbeit erleichtert wird. Auffallend grosse Productionen hat man durch Anwendung von Unterwind im südlichen Frankreich[2]) erreicht.

Braunkohlen.

b) Braunkohlen, z. B. Grobkohlen zur Maximilianshütte (S. 488, Prävali (S. 488), auf 100 Pfd. Luppeneisen 126—129 Pfd. Braunkohlen), Krems (S. 488, auf 100 Pfd. geschweisstes Product 170 Pfd. Kohlen), zu Leoben (S. 488), Lilienberg, Eibiswald, Meutern, Donawitz und Neuberg in Steyermark. Zuweilen geht der Kohlenverbrauch auf 100—70 Pfd. herab.

Torf.

c) Torf, z. B. zur Maximilianshütte (S. 488).

Holz.

d) Holz, im gedörrten Zustande ein gutes Material; 1840 angewandt zu Neuberg in Steyermark, Wolfsberg und Lippitzbach in Kärnthen, Lesjöfors in Schweden, Kallich und Reichenau in Böhmen etc. Zu Feistritz[3]) in Kärnthen braucht man auf 100 Pfd. Walzendraht 12 Cbfss. Massivholz.

Gase.

2) Gasförmige Brennmaterialien, welche bei Anwendung der SIEMENS'schen Regeneratorfeuerung[4]) (I. 652) den höchsten Effect geben. Man spart wesentlich an Brennmaterial (an 66% gegen gewöhnliche Oefen), welches von minderer Beschaffenheit sein kann, und erzielt leicht sehr hohe Temperaturen, nach SCHEERER[5]) bis zu 4000° C.

Gichtgase.

a) Gichtgase, z. B. 1843 zu Ludwigshütte in Hessen versucht, haben sich nicht bewährt.

Holzgase.

b) Holzgase geben einen guten Effect, sind 1842 zu Audincourt und Bourguignon in Frankreich, später zu

1) Berggeist 1861. No. 69. — HARTMANN, Fortschr. V, 209.
2) B. u. h. Ztg. 1863. S. 16.
3) Leoben. Jahrb. VI, 1857. S. 189. Mit Zeichnung.
4) B. u. h. Ztg. 1858. S. 382; 1860. S. 494; 1862. S. 275; 1863. S. 272.
5) B. u. h. Ztg. 1862. S. 273.

Hammerau und in grösserem Massstabe zu Lesjöfors und Surahammer in Schweden (ECKMANN'sche Schweissöfen, S. 463) etc. angewandt. Im ECKMANN'schen Schweissofen braucht man zu Lesjöfors pro Centner Stabeisen 4½ bis 5½ Cbfss. Holz, zu Rhonitz 5—7 Cbfss.

Holzkohlengase.

c) Holzkohlengase [1]), ebenfalls im ECKMANN'schen Schweissofen verwandt. Man verbraucht auf 1 Ctr. Erzeugung auf schwedischen Werken 3 Cbfss., zu Hirschwang bei Reichenau 6,52 Cbfss. und zu Rhonitz 6—7 Cbfss. Holzkohlen. Bei gut gedarrtem Holze lassen sich die Oefen mit Holz reiner und leichter betreiben, als mit Holzkohlen. Ungedarrtes Holz gibt nicht die erforderliche Hitze.

Torfgase.

d) Torfgase, auch häufig angewandt, z. B. zu Andervilliers [2]) in der Schweiz (auf 100 Kil. Walzeisen 0,138 Cubikmeter = 85 Kil. Torf), im ECKMANN'schen Schweissofen in Schweden, zu Buchscheiden (S. 492, 14,4 Cbfss. pro Centner gezängte Luppen).

§. 82. Zuschläge. Man verwendet:

Feinirzuschläge.

I. Beim Feinen des Roheisens in Herden (S. 443) zuweilen Feinirschlacken, Flussspath oder Kalk, in Flammöfen (S. 381) Kalk. Die kalkhaltigen Zuschläge befördern die Abscheidung von Schwefel und Phosphor, veranlassen aber wegen Entstehung dickflüssiger Schlacken ein längeres Blasen. Die dadurch erwachsenden Mehrkosten werden indess durch die günstigen Resultate ausgeglichen. Ein Schlackenzuschlag empfiehlt sich bei trocknem Schmelzgang in Folge eines geringen Siliciumgehaltes des Roheisens. Zu wenig Schlacken erschweren den Betrieb und geben ein verschiedenartiges und schlechtes Product.

Puddelzuschläge.

II. Beim Puddeln:

Schlacken.

1) Sauerstoffreiche, gaarende Schlacken, hauptsächlich Schweissofenschlacken (I. 873), Eisenfrischschlacken (S. 451), gaare Puddelschlacken (I. 871), namentlich im ausgesaigerten Zustande, welche in ähnlicher Weise wirken sollen, wie beim Herdfrischen (S. 452); ferner Puddel-,

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 104. No. 12. — TUNNER, Jahrb. 1852. S. 233.
2) Polyt. Centr. Bd. 143. S. 254. B. u. h. Ztg. 1857. S. 26.

Hammer- und Walzsinter, reiche und reine Eisensteine etc., z. B. auf englischen und schottischen Hütten allgemein die Roheisensteine von Lancashire und Cumberland, welche das Frischen beschleunigen und das Eisenausbringen erhöhen.

Schmiedeeisenabfälle, zuweilen nach dem Rühren mit dem ersten Haken zugesetzt, befördern das Gaaren, und sind deshalb wegen eines Gehaltes an metallischem Eisen die Puddelhammerschlacken (Hammersinter) wirksamer, als der Walzensinter.

Während bei Darstellung von sehnigem Eisen mehr gaarende Zuschläge gegeben werden, so verwendet man beim Puddeln auf Feinkorneisen[1]) mehr Rohschlacken (Fuchsschlacken). Zu letzteren gehören die Gezähschlacken.

Schafhäutl'sches Pulver.

2) SCHAFHÄULT'sches Pulver (S. 453), wird besonders bei schwefelhaltigem Roheisen portionsweise in Papiertüten zu verschiedenen Malen gewöhnlich gleich nach dem Einschmelzen ins flüssige Bad anhaltend eingerührt, und zwar öfter bei Darstellung von Feinkorneisen, als von sehnigem Eisen.[2]) Statt eines Gemenges von Braunstein und Kochsalz wendet man zuweilen jeden Bestandtheil allein an.

COUAILHAC[3]) bedient sich in verschiedenen Perioden des Prozesses nachstehender Compositionen: beim Einschmelzen 50 Eisenerz, 50 Töpferthon, 20 Kalk und 10 Kochsalz; nach dem Einschmelzen 10 Hammerschlacke, 10 Walzschlacke, 2 Kochsalz, 3 Kalk; später 12 Erz und 3 Hammerschlacke und nach dem Verdicken des Eisens $2\frac{1}{2}$ Walzschlacke, 1 Kalk und $\frac{1}{2}$ Kochsalz.

Bleiglätte.

3) Bleiglätte, trägt nach RICHTER[4]) besser zur Oxydation des Schwefels bei, als Braunstein, da sie wegen ihrer Schmelzbarkeit in viel innigere Berührung mit dem flüssigen Eisen kommt, als letzterer bei seiner Unschmelzbarkeit. Auch enthält Braunstein zuweilen Kupfer. Während man zu

1) HARTMANN, Fortschr. V, 199.
2) HARTMANN, Fortschr. V, 204.
3) Berggeist 1861. S. 76.
4) Leoben. Jahrb. 1860. X, 505. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 315.

Wolfsberg günstige Resultate mit Glätte erhielt, waren sie es zu Zeltweg[1]) weniger.

Wasserdampf.

4) Wasserdampf[2]), welcher im gewöhnlichen Zustande abkühlend wirkt, im überhitzten aber mit Vortheil zur Entfernung von Schwefel aus dem Eisen angewandt, z. B. zu Dowlais, aber dann zu kostspieliger Anlage- und Unterhaltungskosten wegen wieder beseitigt worden.

Nach Fleury[3]) trägt die Anwendung von Electricität zum Reinigen des Eisens beim Puddeln bei.

Schweisszuschläge.

III. Beim Schweissen in Herden und Flammöfen bedient man sich des Schweisssandes, um beim Aufstreuen desselben auf das glühend gemachte und dabei oxydirte Eisen letzteres wegzulösen und die weitere Oxydirung zu verhindern, damit die Schweissstellen sich gut vereinigen. Dadurch, dass man den zusammenzuschweissenden Enden eine convex gewölbte Gestalt gibt, ist nach Nasmyth[4]) die Möglichkeit gegeben, unter dem Einfluss der Hammerschläge den Glühspan herauszuquetschen und eine innigere Vereinigung zu erzielen. Durch Bestreichen der Schweissstellen mit concentrirter Wasserglaslösung[5]) sollen dem Sande gegenüber ausgezeichnete Resultate erhalten werden.

Zweites Kapitel.

Puddelapparate.

Umfang eines Puddelwerks.

§. 8?. Allgemeines. Ein Puddelwerk[6]) kann umfassen: die Vorrichtungen zum Vorbereiten des Eisens (Feineisenfeuer, Raffinirflammöfen), zum Puddeln (Puddel-

1) Leoben. Jahrb. 1861. XI, 300. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 320.
2) B. u. h. Ztg. 1857. S. 116. — Truran, britisches Eisenhüttengewerbe, deutsch von Hartmann. 1864. S. 323.
3) B. u. h. Ztg. 1861. S. 439.
4) B. u. h. Ztg. 1861. S. 436.
5) B. u. h. Ztg. 1862. S. 343.
6) Einrichtung eines Puddelwerks: B. u. h. Ztg. 1855. S. 358. — Le Play, Grundsätze etc., deutsch v. Hartmann. 1854. S. 193. — Zerrenner's Gasfeuerung. 1856. — Schönfelder, bauliche Anlagen auf den Preuss. Berg-, Hütten- und Salinenwerken. 1863. III. Jahrg. 1. Liefer. (Phönixhütte).

öfen), zum Zängen der Luppen (**Hämmer, Walzen, Quetschen, Luppenmühlen**) und zur Formgebung (**Schweissfeuer, Schweissöfen, Hämmer, Walzwerke**), sowie **Werkzeuge** der verschiedensten Art.

Am häufigsten werden die Luppen unter Hämmern (weniger gut unter Quetschen und Mühlen) gezängt, die Masseln noch glühend unter einem Luppenwalzwerk zu quadratischen Stäben (Millbars) ausgewalzt und diese mittelst einer Luppenscheere in etwa 2 Fuss lange Stücke zerschnitten, welche man paquetirt, ausschweisst und entweder gleich zu fertiger Waare auswalzt oder nochmals paquetirt und schweisst. Zur Erzeugung ausgezeichneter Eisenqualitäten (z. B. zu Low Moor) combinirt man beim Schweissen Hammer- und Walzwerksbetrieb. Seltener können die gezängten Luppen nach vorherigem Ausheizen unter Hämmern direct auf Stabeisen verarbeitet werden (S. 435).

Feineisenfeuer u. Raffiniröfen.

§. 84. **Apparate zum Vorbereiten des Roheisens.** Dieselben werden zwar häufiger angewandt, als beim Herdfrischen, jedoch seit Einführung des Schlackenpuddeln auch dabei weniger, und bestehen in **Feineisenfeuern** (S. 445) und **Flammöfen** zum Raffiniren (S. 448), von deren Einrichtung schon früher die Rede war.

Verschiedene Constructionen.

§. 85. **Puddel- oder Rühröfen.** Ihre Construction ist hauptsächlich abhängig von der Beschaffenheit des angewandten Brennstoffes (Oefen mit directer oder Gasfeuerung), von der Qualität des darzustellenden Eisens (ob sehniges oder Feinkorneisen) und des angewandten Roheisens (roh- oder gaarschmelziges), von der Grösse der Production (einfache und Doppelpuddelöfen) und dem Brennstoffverbrauch, ob man die abziehende Flamme noch weiter benutzt oder nicht etc. Immer aber müssen sich in den Oefen sehr hohe, bis zur Schweisshitze des Eisens (etwa 1600 ° C.) reichende Temperaturen (I. 235) erzeugen lassen.[1])

Nach Plagge[2]) entweichen 50—80 % der gesammten Wärmemenge durch den Fuchs.

1) Scheuchenstuel, Entwicklung des theoret. Windbedarfs und der erreichbaren Hitzgrade bei den Braunkohlengas-Puddelöfen, in: Zerrenner's Gasfeuerung. 1856. S. 39.

2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 285.

Theile eines Puddelofens.

Ein Puddelofen besteht aus folgenden wesentlichen Theilen:

Feuerungsraum.

I. Feuerungsraum (I. 474, 519.) Die Einrichtung und Grösse desselben richtet sich nach der Beschaffenheit des angewandten Brennmaterials, wie aus Nachstehendem hervorgeht.

Steinkohlenfeuerung.

A. Steinkohlenfeuerung. Nach der mehr oder weniger backenden Eigenschaft der Steinkohlen wendet man an:

Planroste.

1) Planroste, mehr (I. 477) oder weniger geneigt (Taf. V. Fig. 133, 138, 140, 141, 145, 147) und von den Bd. I. S. 519 angegebenen Dimensionen. Dieselben sind gewöhnlich so gewählt, dass in der Stunde 70—80 Kil. Kohlen verbrennen, was einer Quadratfläche von 0,7—0,8 Q.-Met. entspricht. Die geschlossen zu haltende Thüröffnung liegt 30—35 Centim. über dem Rost und hat etwa 0,04 Q.-Met. Querschnitt. Klinkerroste (I. 181) wendet man meist nicht an. Zuweilen liegen 2 Planroste nebeneinander.

Beispiele.

Taf. V. Fig. 133—137, Puddelofen zu Königshütte am Harz. *A* Feuerungsraum. *B* Herd. *C* Fuchs. *D* Esse. *a* 17 schmiedeeiserne Traillen, $1^1/_2$ Zoll breit und dick mit $^3/_4$ Zoll weiten Zwischenräumen. *b* gusseiserne Rostbalken. *c* gusseiserne Rostplatte. *d* Schürloch. *e* gusseiserner Schürkasten. *f* feuerfestes Gemäuer. *g* und *h* ordinaires Gemäuer. *i* gusseiserne Umkleidungsplatten, 7 Zoll dick und gehörig verankert. *k* Zugcanal. *l* Feuerbrücke aus feuerfesten Steinen. *m* Herdgewölbe, feuerfest. *n* gusseiserne Essenplatte, aus 2 Theilen bestehend. *o* hohles Herd- oder Legeisen von Gusseisen, an den Enden *p* geschlossen und mit feuerfesten Steinen überdeckt. *q* Röhre, in welcher kaltes Wasser aufsteigt, in dem 2 Zoll weiten Canal des Herdeisens *o* circulirt und sich bei *r* in den Kühltrog *s* zum Kühlen des Gezähes ergiesst. *t* Rohr zum Entweichen von gebildetem Wasserdampf, mit dem Canal im Legeisen in Verbindung. *u* Arbeitsöffnung, 1 Fuss $4^1/_2$ Zoll hoch und 1 Fuss 6 Zoll breit, mit aufziehbarer Thür *v* von 1 Fuss 6 Zoll Höhe, 1 Fuss 7 Zoll Breite und 4 Zoll Dicke, in welcher eine mit einem Vorsatzblech (Fig. 137 a) zu schliessende Oeffnung von 4 Zoll Weite und 4 Zoll Höhe. *w* Arbeitsplatte, 1 Fuss $10^1/_2$ Zoll lang, 6 Zoll breit und 2 Zoll

dick. *x* Schlackenabstich im Niveau der Bodenplatte *u*. *y* Säulen zur Stützung der Esse. *z* Temper, mittelst einer Zustange *a'* zu stellen. *b'* Gewölbe zur Schwächung des Gemäuers und zur Kühlung des unteren Theiles der Esse. *c'* gusseiserne Schlackenplatte mit 1/2 Zoll tiefer Rinne. *d'* Fuchs- oder Schlackenloch zum Ausfluss der über die Fuchsbrücke *f'* tretenden Schlacke (Fuchsschlacke). *e'* mit glühenden Kohlen gefüllter Trichter, um das Erstarren der Fuchsschlacke zu verhüten. *g'* Fundamentplatte. *h* Essenplatte.

Die Buchstaben in den übrigen die Steinkohlen-Puddelöfen betreffenden Figuren — Wasseralfingen Taf. V. Fig. 138, 139; Piela in Oberschlesien Fig. 140; Saynerhütte Fig. 141, 142; Walzwerk Horst Fig. 145, 146; Eschweiler-Au Fig. 147, 148 — sind mit vorstehenden gleichbedeutend.

Zuweilen leitet man unter den Rost Unterwind (Bd. I. S. 529. Taf. XI. Fig. 275—278) und erzielt dann bei gleichzeitig vergrössertem Rost höhere Temperaturen.

Treppenroste.

2) Treppenroste (I. 182, 483; III. 487) mit horizontalen Rosten combinirt, für magere Steinkohlen, z. B. zur Alvenslebenhütte [1]) in Oberschlesien, wo sie an Puddelöfen für sehniges (Trockenpuddelöfen) und feinkörniges Eisen (Koch-, Feinkorn- oder Schlackenpuddelöfen) angebracht sind. In letzteren wird der Frischprozess in einem tieferen Herde mit roheren Schlacken (S. 497) durchgeführt, als in ersteren mit gaaren Schlacken. Bei der fressenden Eigenschaft der rohen Schlacken bedarfs einer Kühlung der Feuer- und Fuchsbrücke durch Luft oder Wasser, während in den Trockenpuddelöfen dies weniger nöthig ist und der untere Theil der Seitenwände des Herdes aus feuerfesten Steinen besteht, welche die Wärme besser zusammenhalten, als eiserne Wände mit Kühlung. Die grössere Höhe der Feuerbrücke bei Feinkornöfen veranlasst, dass die Flamme weniger auf das Metall einwirkt.

Beispiele.

Feinkornpuddelofen zur Alvenslebenhütte (Taf. V. Fig. 149—151). Die Herdwände *o* bestehen zur leichteren Auswechselung aus 6 Stücken, nämlich aus zwei hohlen

1) Schles. Wochenschr. 1859. S. 395. — Hartmann, Fortschr. V, 200. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 185.

Seitenstücken, in welche Wasserstrahlen eingespritzt werden (Fig. 150 bei k'), mit Füssen zur Bildung eines Luftcanals, zwei wenig gekrümmten zur Bildung der Rückwand und zwei dreieckigen kleineren Winkelstücken, welche die vorderen Enden der Seitenstücke mit der Arbeitsthür verbinden. Rückwand und Winkeleisen halten sich durch ihre freie Lage kühl. Die gusseiserne Bodenplatte *n* besteht aus 3 Theilen; Rippen auf ihrer Oberfläche geben das Anhalten zur Aufstellung der 6 Gussstücke. (Uebrige Buchstaben wie in Fig. 133—135.)

Trockenpuddelofen zu Alvenslebenhütte (Taf. V. Fig. 143, 144). Die Herdwände *o* bestehen aus feuerfesten Steinen und ruhen auf dem Herdboden *n*. Dieser besteht aus 3 Eisenplatten, welche in einem gusseisernen Rahmen ruhen. Neben der Arbeitsöffnung *u* befindet sich ein durch eine Thür verschliessbares Schauloch u'. In der Fuchsbrücke *f* ist eine ausgesparte Oeffnung m' zur Abführung der Fuchsschlacke in einer gusseisernen, mit Sand ausgeschlagenen trogartigen Rinne c' nach dem Fuchsloche d'. (Buchstaben wie Fig. 133—135.) Die Oeffnung in der Fuchsbrücke wird mit Sand, Kohle und Schlacke verstopft. Ein Ofen kostet 1330 Thlr.

Braunkohlenfeuerung.

B. Braunkohlenfeuerung. Hierbei kommen ähnliche Einrichtungen, wie bei Steinkohlen, je nach der Qualität der Braunkohlen vor und zwar:

Planroste.

1. Planroste ohne Oberwind, z. B. zu Neuberg (Taf. VI. Fig. 152, 153; Buchstaben wie Taf. V. Fig. 133 bis 135); ferner mit Oberwind, z. B. zu Maximilianshütte[1]) in Bayern. Der Verbrennungswind circulirt in Feuer- und Fuchsbrücke und wird auch noch unter dem Roste durch herabfallende Cinder in einem Schlangenrohre erhitzt, bevor derselbe durch 7 Düsen von 3/4 Zoll Durchmesser oberhalb der Feuerbrücke ausströmt.

Treppenroste.

2. Treppenroste ohne Oberwind, z. B. zu Leoben und Prävali (Taf. VI. Fig. 154, 155), sowie auch mit Oberwind [Prävali[2])].

1) Leoben. Jahrb. 1858. VIII, 121.
2) Zerrenner, Gasfeuerung. 1856. S. 218.

C. Torffeuerung, z. B. zu Maximilianshütte (Taf. VI. Fig. 156). *a* Schürloch. *b* Rost. *d* Feuerbrücke, durch welche kalter Wind in die Röhren *e*, von da in die Windbatterie *f* und aus dieser durch einen 26 Z. breiten und $^3/_8$ Z. hohen Spalt gegen das Herdgewölbe strömt, wodurch die fertigen Luppen vor dem Verbrennen geschützt werden. Spitzen auf der Aussenseite der Windbatterie lassen einen Thonbeschlag fest haften. *g* Herdplatte. *h* Raum unter dem Fuchshalse zum Vorwärmen des auf einem gusseisernen Hund eingeschobenen Roheisens. *i* Fuchshals, mit Luppen überlegt, durch welche die Wärme in die Torfdörrkammer *k* dringt. *l* Esse. Windpressung zu Anfang 2, beim Schmelzen 6, beim Luppenmachen 2—3 Z. Wasserpressung.

Torffeuerung.

D. Holzfeuerung (Taf. VI. Fig. 157, 158), wobei ausser gewöhnlichen Rosten gemauerte Gurtenroste (I. 479) und Pultfeuerungen (I. 184, 484) in Anwendung kommen, zuweilen auch Oberwind.

Holzfeuerung.

E. Feuerung mit brennbaren Gasen aus verschiedenen Brennmaterialien (S. 491), namentlich aus Holz, z. B. zu Villotte (Bd. I. S. 339. Taf. IV. Fig. 102—105), und Torf, z. B. zu Buchscheiden (Bd. I. S. 341. Taf. IV. Fig. 106, 107), zu Freudenberg (Bd. I. S. 342. Taf. V. Fig. 112—113) etc.

Brennbare Gase.

Eine bedeutende Brennmaterialersparung bei grosser Hitzeentwicklung gewähren die SIEMENS'schen Gasregenerator-Oefen [1] (I. 652), deren Princip darin besteht, durch die abziehende Flamme mit feuerfesten Steinen in Zwischenräumen gefüllte Räume (Regeneratoren) zu erhitzen, durch diese dann die Luft und die brennbaren Gase zu leiten und beide in erhitztem Zustande in dem Heizraum zusammen und so letztere zur Verbrennung zu bringen. Eine Skizze auf Taf. VI (Fig. 159—162) versinnlicht diese Einrichtung: *a* Röhre zur Aufnahme von kalter Luft, welche, durch das Drosselventil *b* geleitet, in den erhitzten Regenerator *c* und von da in dem vertikalen Canal *d* in die Vorkammer *e* gelangt. *f* Rohr (neben dem Rohr *a* befindlich) zur Aufnahme der aus einem Generator herbeigeführten brennbaren Gase, welche in

SIEMENS'sche Regenerator Puddelöfen.

1) Mittheil. des Hannov. Gew.-Ver. 1863. Hft. 1. S. 51.

ähnlicher Weise, wie die kalte Luft, durch den Regenerator *g* und den stehenden Canal *h* in die Vorkammer *e* gelangen, sich mit der heissen Luft mengen und als Flamme auf den Puddelofenherd *i* treten. Die verbrannten Feuergase ziehen von *i* in die Vorkammer *k*, dann durch die Canäle *m* und *n* abwärts in die Regeneratoren *l* und *o*, erhitzen diese und entweichen durch die Canäle *p* und *q* in den Schornstein *r*. Durch Umstellung der Drosselklappen *b* leitet man nun kalte Luft und brennbare Gase in die jetzt erhitzten Regeneratoren resp. *l* und *o*; sie steigen durch die Canäle *m* und *n* in die Vorkammer *k* und von da auf den Herd *i*. Die verbrannten Gase ziehen durch *e* in *d* und *h* ab und erhitzen die abgekühlten Regeneratoren *c* und *g*, u. s. w.

Aschenfall. II. Aschenfall. Derselbe ist gewöhnlich offen, zuweilen theilweise nach oben hin geschlossen, um unter dem Rost eine Heissluftkammer zu bilden [POWELL's Einrichtung [1])], bei Anwendung von Unterwind (Bd. I. Taf. XI. Fig. 275) ganz geschlossen. Im Aschenfall befindet sich zweckmässig eine Wassersohle, und zwar 0,3—1 Meter unter dem Roste.

Herd. III. Herdraum *B* (Taf. V und VI. Fig. 133—158). Derselbe besteht aus nachfolgenden einzelnen Theilen:

A. Gusseiserne Bodenplatte *n* von 2—3 Z. Dicke, der Auswechselung wegen besser aus 2—3 in einander gefalzten und mit Lutum versehenen Gusseisenplatten bestehend, an den Seiten auf Mauerwerk oder in einem Eisenrahmen (S. 502) mit viereckigem oder rundem Ausschnitt liegend, in der Mitte durch eiserne Träger oder gemauerte Pfeiler (Fig. 138) unterstützt und durch frei zutretende Luft von unten gekühlt. Die Grösse des Herdes richtet sich nach der Grösse des Einsatzes (2—10 Ctr.); häufig angewandte Dimensionen sind bei einer solchen Gestalt, dass man mit dem Gezäh überall hinkommen kann, 4—5 F. Länge und Breite (etwa 20 Q.-F. Fläche). Der Herd ist meist 3mal so gross, als der Rost. Man hat auch den Herd beweglich gemacht.

B. Herdwände. Dieselben sind, wenn sie hauptsächlich nur mit wenig fressenden, gaaren Schlacken in Be-

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 373.

rührung kommen, ganz oder nur theilweise aus feuerfesten Steinen (Fig. 143), zuweilen aus massiven Gusseisenstücken (Fig. 141) hergestellt; meist aber, und namentlich bei Anwesenheit roher Schlacken (z. B. bei rohschmelzigem Roheisen, beim Feinkornpuddeln, S. 501) besteht die Umkleidung an 3 Seiten (z. B. Fig. 134) oder doch an den Seitenwänden (Feuer- und Fuchsbrücke), z. B. Fig. 149, aus Gusseisenstücken *o* (Legeisen, Herdeisen), welche eine quadratische, kreisrunde oder am besten ovale (2—2½ Z. weite) Oeffnung haben, in welcher Luft [1]) (z. B. Fig. 143, 145, 147) oder Wasser (z. B. Fig. 133, 138, 152; Bd. I. Taf. XI. Fig. 278), zuweilen beide circuliren (Fig. 151). Auch spritzt man wohl nur Wasser in die Canäle ein (Alvenslebenhütte, S. 502). Namentlich ein aus Koksroheisen gegossenes Legeisen setzt man der leichtern Auswechselung wegen aus mehreren Stücken (S. 501) zusammen, welche mit Flanschen vor einander treten und zusammengeschraubt werden. Da beim Lockerwerden der Schrauben leicht Wasser oder Luft in den Herd gelangt, so wird dies vermieden, wenn man den Verbindungsstücken des Legeisens die Bd. I. Taf. XI. Fig. 278 angedeutete Gestalt *m* und *m'* gibt, wo *a* eine Kupferröhre ist (Zorger Hütte). Zur Abführung gebildeter Wasserdämpfe dient ein Sicherheitsrohr (Taf. V. Fig. 133, *t*) und bei Luftkühlung durch natürlichen Zug eine bis 20 F. hohe Aufsatzröhre (Leoben). Bei Anwendung solcher Legeisen ändern sich die Dimensionen des Herdes nicht, sie werden durch Ansatzbildung weniger leicht zerstört und tragen nicht wie Thonsteine zur Verschlackung von Eisen bei. Bei Anwendung der letzteren bekleidet man die Wände wohl mit ausgesaigerten Puddelschlacken [2]), mit Kalksteinstücken, mit kalkangespritzten Schlacken, mit einem Gemenge von Kohlentheer und Kohlenstaub [3]), mit Ilmenit [4]) etc. Zuweilen stellt man die Rückwand aus Schmiedeeisenstücken oder Eisenluppen her. Luftkühlung ist zwar einfacher, als Wasserkühlung, aber weniger

1) Hartmann, Fortschr. III, 232. Taf. VII. Fig. 9.
2) Hartmann, Fortsch. IV, 200.
3) B. u. h. Ztg. 1861. S. 372.
4) B. u. h. Ztg. 1863. S. 272.

wirksam bei grauem hitzigen Roheisen. Man wendet dabei entweder Gebläseluft an oder setzt, wie bemerkt, die Züge mit einer Esse in Verbindung.

Die Höhe der Herdwände richtet sich hauptsächlich danach, ob man sehniges oder Feinkorneisen (S. 501) erzeugen will, und beträgt dann 7—16 Zoll. Die Feinkornöfen [1]) (Koch-, Schlackenöfen) bedürfen zum Unterschied von den Trockenpuddelöfen eines sehr starken Zuges zur Erzeugung sehr hoher Temperaturen und guter Register zur Regulirung derselben.

Feuerbrücke. IV. Feuerbrücke *l* (Taf. V und VI. Fig. 133—158), entweder, aber selten, massiv aus Mauerwerk oder zur Kühlung mittelst Luft durchbrochen (Bd. I. Taf. IV. Fig. 106), oder am besten aus einem mit Wasser oder Luft gekühlten Legeisen (S. 505) bestehend, welches oberflächlich und nach dem Rost zu mit feuerfesten Steinen bekleidet ist. Bei 12 bis 15 Z. Breite ragt sie mehr oder weniger hoch (12—20 Z.) über der Bodenplatte hervor, je nachdem sehniges oder Feinkorneisen zu erzeugen ist (S. 501) und das Eisen mehr oder weniger vor der Flamme geschützt werden soll (S. 501). Das Flammloch oberhalb der Feuerbrücke (10—12 Zoll hoch) hat gewöhnlich halb soviel Querschnitt, als der Rost. Letzterer liegt mit der Herdplatte in einem Niveau oder tiefer, nicht höher.

Fuchsbrücke. V. Fuchsbrücke *f'* (Taf. V und VI. Fig. 133—158), ähnlich eingerichtet, wie die Feuerbrücke, ist meist einige Zoll niedriger, als letztere, damit die Schlacken über dieselbe auf der Fuchssohle durch das mit glühenden Kohlen umgebene Fuchsloch *d'* ausfliessen können. Zuweilen lässt man die Schlacke durch eine zu öffnende Gasse *m'* (Fig. 144) in der Fuchsbrücke ab.

Herdgewölbe. VI. Herdgewölbe *m* (Taf. V und VI. Fig. 133—158). Dasselbe fällt entweder von der Feuerbrücke nach der Fuchsbrücke zu allmälig ab bei 20—30 Z. Abstand von der Bodenplatte, oder dasselbe bleibt bis nahe vor die Fuchsbrücke horizontal. Man nimmt es meist nicht stärker, als 6—8 Z., weil es

1) Feinkornofenconstructionen: Hartmann, Fortschr. III, 229, 231. — Alvenslebenhütte. S. 501.

sonst leichter abschmilzt. Seitlich im Gewölbe, etwa 8—12 Z. über der Bodenplatte, befindet sich entweder nur an einer Längsseite eine durch eine Aufziehthür *v* geschlossene Arbeitsöffnung *u* von 16—18 Z. Weite und Höhe (einfache Puddelöfen) oder an jeder Längsseite einander gegenüber eine solche Oeffnung (Doppelpuddelöfen, Bd. I. Taf. IV. Fig. 107; Taf. V. Fig. 113); letztere Oefen haben grössere Rost- und Herddimensionen und gestatten bei dem möglichen Arbeiten von zwei Seiten grössere Productionen bei vergrösserten Einsätzen (bis 10 Ctr.), eine Brennmaterialersparung und geringere Anlagekosten, aber das Product kann darunter leiden und wegen vermehrten Luftzutritts und längerer Dauer des Prozesses findet ein grösserer Eisenverbrand, als in einfachen Oefen statt. Bei gutem Roheisen und theurem Brennmaterial sind danach die Doppelpuddelöfen zweckmässig [1]) (Kärnthen). Ein vorgewärmtes Roheisen verarbeitender Doppelofen bedarf fast nur der Hälfte des Brennmaterials, welches ein einfacher Ofen bei kaltem Eisen verbraucht. Zuweilen befindet sich in einfachen Oefen neben der Arbeitsöffnung noch ein Schauloch *u'* (Taf. V. Fig. 144).

In Ebbwale [2]) haben Puddel- und Schweissöfen eine Arbeitsöffnung in der Nähe der Feuerbrücke und häufiger die Sandherd-, als die Schlackenpuddelöfen eine zweite kleinere an der andern Seite nahe an der Esse, etwa 10—13 Z. weit und 12 — 13 Z. über der Bodenplatte. Die Chargen werden beim Puddeln abwechselnd vor die beiden Oeffnungen gebracht, so dass die eine in der Vorbereitung begriffen ist, während die andere bearbeitet wird. Auch dient die kleinere Thür neben der Esse wohl nur zum Chargiren des Roheisens. Zu Montataire [3]) befinden sich auf jeder Seite 2 Thüren, so dass 4 Puddeler arbeiten können. Solche Quadrupelöfen gestatten eine erhebliche Ersparung an Brennstoff, aber das Product fällt leicht ungleichmässig aus.

1) B. u. h. Ztg. 1857. S. 432, 176, 311; 1859. S. 5. — Leoben. Jahrb. 1857. VI, 242; 1860. IX, 350. — Preuss. Ztschr. IV, 236. — Zerrenner, Gasfeuerung. 1856. S. 176.
2) Polyt. Centralbl. 1858. S. 794.
3) Polyt. Centralbl. 1860. S. 191.

Zur möglichsten Beschränkung des Abkühlung herbeiführenden Luftzutritts wird nur durch eine kleine, mit einem Vorsetzblech (Taf. V. Fig. 137 a) zu verschliessende Oeffnung in der Arbeitsthür gearbeitet, auch lässt man wohl das Gewölbe von der Arbeitsthür nach der entgegengesetzten Wand abfallen (Bd. I. 529. Taf. XI. Fig. 275—278), wodurch die eintretende Luft zurückgestossen wird. Oefen mit Unterwind[1]) (S. 501) sind in dieser Beziehung sehr zweckmässig. Die Arbeitsthür *v* besteht aus einem mit Chamotte ausgefütterten Eisenrahmen (Taf. V. Fig. 136), in welchen ein die Arbeitsöffnung enthaltendes schmiedeeisernes Futter (Fig. 137) genietet wird. An die Thür sind Knaggen angegossen, auf die ein auf der linken Seite festsitzender Riegel greift, welcher auf der Umfassungsplatte rechts festgehakt wird, damit sich die Thür beim Luppendrücken nicht hebt.

Zur Auflage des Gezähes beim Arbeiten dient die Arbeitsplatte oder Schwelle *w* (etwa 10—12 Z. über der Bodenplatte und 15 Z. unter dem Gewölbe und mit einer aufgeschraubten Gusseisenplatte versehen), unter welcher sich eine Abstichöffnung, Lachtloch *x*, zur Ablassung der Schlacken befindet, während des Betriebes mit Thon verschlossen. Unter der Arbeitsplatte, welche 1—2 Z. tiefer, als die Fuchsbrücke liegt, befindet sich Mauerwerk ohne Luft- oder Wassercirculation. Die Seitenwände des Ofens sind mit Eisenplatten, Umfassungsplatten *i*, bekleidet und gut verankert. Oeffnungen von etwa 1 F. Q. in denselben gestatten Luftzug unter dem Herdboden, insofern nicht ein eigener Luftzuführungscanal *k* (Taf. V. Fig. 133) vorhanden ist.

Fuchs.

VII. Fuchs *C* (Taf. V und VI. Fig. 133—158). Derselbe ist seltener ansteigend (Taf. V. Fig. 141), als nach unten gezogen, damit die Flamme nach unten gedrückt und die über die Fuchsbrücke tretende Schlacke flüssig erhalten wird. Je weiter der Fuchs, um so stärker der Zug, aber um so grösser der Eisenabgang. Bei backenden Steinkohlen nimmt man in England auf 1 Q.-F. des Rostes 32 Q.-Z. Fuchsquerschnitt, bei halbanthracitischen nur 21 Q.-Z. Zuweilen bringt man hinter der Fuchsbrücke zur Ersparung

1) HARTMANN, Fortschr. V, 213.

on Brennstoff (10—25%) einen Vorwärmherd für das Roheisen, besonders für weisses (Bd. I. Taf. IV. Fig. 104, 106; Taf. V. Fig. 112; Bd. III. Taf. V. Fig. 138 *p'*, 140 *p'*) an und benutzt die abgehende Hitze wohl noch anderweitig, ehe sie in die Esse gelangt, z. B. zur Dampferzeugung (Taf. V. Fig. 138; Taf. VI. Fig. 154, 155), zum Darren von Brennstoffen [1]) (Taf. VI. Fig. 156; Bd. I. Taf. II. Fig. 58; Taf. IV. Fig. 104), zur Winderhitzung (Bd. I. Taf. IV. Fig. 104; Taf. V. Fig. 112), dann sind aber höhere Essen, über 100 F. hoch, erforderlich.

Je länger das Einschmelzen des Roheisens im Verhältniss zum ganzen Frischprozess dauert, um so vortheilhafter ist das Vorwärmen desselben, daher bei weissem mehr, als bei grauem. Herde hinter der Fuchsbrücke empfehlen sich, wenn mit wenig Schlacke gearbeitet wird. Zuweilen findet sich an der Esse seitlich ein Raum zum Vorwärmen des Rohmetalles [*Low Moor* [2])], oder der untere Theil der Esse dient dazu.

Die grosse Production der Puddelöfen im südlichen Frankreich [3]) ist theilweise den Vorwärmherden zuzuschreiben.

VIII. Esse *D* (Taf. V und VI. Fig. 133—158). Es hat jeder Ofen entweder eine eigene Esse von 40—60 F. Höhe und etwa $^1/_4$ der Rostfläche Querschnitt (16—24 Z. Seite), oder es ist für mehrere Oefen eine gemeinschaftliche Esse (Fig. 146) bis zu 180 F. Höhe vorhanden. Zur Regulirung des Zuges in ersterer dient ein Temper *z* (Fig. 135) auf ihrer Mündung. Bei einer Nebenbenutzung der Flamme muss die Esse höher sein (bis 120 F.); bei Gebläsegasgeneratoren (I. 331) oder Unterwind (S. 501) ist man nicht vom Zuge abhängig, kann aber bei letzterem die Esse doch nicht ganz sparen, weil sie der Flamme die Direction gibt. [4]) Caddik [5]) kühlt die Esse durch Wasserdampf ab. Auf eng-

Esse.

1) Hartmann, Fortschr. III, 18. — B. u. h. Ztg. 1859. S. 286.
2) Hartmann, Fortschr. I, 273.
3) B. u. h. Ztg. 1863. S. 16.
4) Hartmann, Fortschr. V, 214.
5) Hartmann, Fortschr. I, 266.

lischen Puddelwerken [1]) finden sich nach oben erweiterte Essen.

Verfahren beim Ofenbau.

Man legt zunächst das Fundament für die Esse in Gestalt einer etwa 10 F. tiefen und 6 F. im Quadrat haltenden Mauerung mit grossen Bruchsteinen in der aufgegrabenen Hüttensohle, füllt deren Fugen mit möglicht wenig Mörtel aus und legt im Niveau der Hüttensohle auf diese Mauerung und damit verankert die Fundamentplatte *g'* (Taf. V. Fig. 133), auf welcher sich 4 eiserne Säulen *y* erheben, die eine ähnliche Eisenplatte *h'* tragen. Beide verbindet dann den untern Theil der Esse bildendes Mauerwerk, und auf der oberen Platte erhebt sich die Fortsetzung der gut zu verankernden Esse. Dann bereitet man aus einer Bruchsteinschicht und darüber aus einer Rollschicht von Backsteinen das übrige Fundament, stellt den Feuerungsraum her und die hinteren Umfassungsplatten mit ihren Ankern auf und bringt auf zwei etwa 7 Z. starke Barnsteinmauern die Herdplatte *n*, darauf das Legeisen *o* an seine Stelle. Nachdem die andern Umfassungsmauern aufgestellt und die Verankerungen befestigt sind, vollendet man Feuerbrücke *l* und Fuchs *C*, führt das Herdgewölbe *m* aus Chamottesteinen auf dem Legeisen auf und füllt den Raum zwischen demselben und den Umfassungsplatten *i* mit Brandsteinen aus.

Ofendimensionen.

Bei englischen Schlackenpuddelöfen ist das umschliessende Gerüst aus Gusseisenplatten etwa 12 F. lang, $5\frac{1}{2}$ F. breit und 6 F. hoch, wovon aber 9—10 Z. unter der Hüttensohle liegen; Rost 8—12 Q.-F., je nach der Qualität der Steinkohle; Gewölbe an der Feuerbrücke 26—27, im Fuchs 9—10 Z. über der Sohle; Feuerbrücke 14—15 Z. breit und 10—12 Z. vom Gewölbe entfernt; Fuchsbrücke 9 Z. dick und 10—12 Z. hoch; Ofenherd etwa 6 F. lang, $3\frac{3}{4}$ F. breit und Gewölbe in der Mitte 2 F. darüber; Arbeitsthür 16 Z. im Quadrat; Höhe der Arbeitsplatte über der Bodenplatte 8—11 Z.; Schürloch 10 Z. weit; Schlackenloch unten im Fuchs 4—6 Z. weit; Höhe der Esse 36 F.; Weite 24 Z. im Quadrat.

1) Schles. Wochenschr. 1861. No. 32. — Dingl. Bd. 161. S. 431. — Hartm., Fortschr. V, 188.

Die Trockenpuddelöfen haben ähnliche Dimensionen, nur ist die Feuerbrücke niedriger, selten höher als 6 Z., und der Herdboden liegt nur 8 Z. unter der Thürschwelle.

Puddelofen-gezäh.

Für jeden Puddelofen müssen vorhanden sein: 4 — 6 Rührhaken von 40—60 Pfd. Gewicht (Taf. VI. Fig. 163) zum Arbeiten im Herd; 2—3 kleine Haken zum Zusammenziehen der halbgeschmolzenen Massen und zur Reinigung des Herdes beim Umsetzen; 1 leichter Haken zum Umwenden der Luppen in der Schlacke vor dem Zängen; mehrere Haken zum Luppendrücken; mehrere Kratzen (Taf. VI. Fig. 167); mehrere Aufstechspette (Taf. VI. Fig. 164); 1 Einsetzschieber für Roheisen (Taf. VI. Fig. 165); 1 Luppenzange (Taf. VI. Fig. 168); einige Zängezängen; 1 Luppentransportwagen (Taf. VI. Fig. 166) u. a.

§. 86. Apparate zum Schweissen. Zum Schweissen der gezängten Luppen und Paquete dienen:

Schweissfeuer.

I. Schweiss- oder Ausheizfeuer von derselben Einrichtung, wie beim Herdfrischen (S. 462), zuweilen mit Puddelofenbetrieb in Verbindung (S. 435), und zwar nur bei beschränktem Betrieb anwendbar [z. B. am Harze zu Königshütte[1]), Mandelholz[2]), Ilsenburg etc.].

Das dabei erforderliche Gezäh besteht in mehreren Wärmzangen, Schmiedezangen, Hohlzangen und 1 Kohlenschaufel.

Schweissöfen.

II. Schweissöfen (Taf. VI. Fig. 169—186), am häufigsten mit Puddelofenbetrieb verbunden. In denselben sind noch höhere Temperaturen, als in Puddelöfen, zu erzeugen, und sie unterscheiden sich von denselben hauptsächlich in nachstehenden Puncten: der Rost (I. 519) ist im Verhältniss zum Herde grösser, die Fuchsöffnung weiter, die Gewölbhöhe geringer und der minderen Abkühlung wegen statt einer Eisenplatte ein auf massivem Mauerwerk ruhender Sandherd, mit der Arbeitsplatte und einer Arbeitsthür in einem Niveau, vorhanden. Der am besten aus natürlichem Quarzsand hergestellte Herd hat einige Neigung nach der Rückwand und nach dem Fuchse zu, des Schlackenabflusses

1) Hartm., Fortschr. III, 223.
2) Ibid. IV, 220.

wegen, ohne dass eine Fuchsbrücke vorhanden ist. Je nach der Grösse des Einsatzes (10—40 Ctr. und mehr) variirt die Herdflächengrösse (etwa 6 F. lang, 4 F. breit, Gewölbhöhe 12—14 Z.).

Befeuerung der Schweissöfen.

Die Heizung geschieht, ähnlich wie bei Puddelöfen, entweder

a) durch directe Feuerung (S. 500) mit Steinkohlen (Taf. VI. Fig. 169—174, 177, 178), Braunkohlen (Taf. VI. Fig. 179—182), Torf und Holz (Taf. VI. Fig. 175, 176). Unterwind[1]) (S. 501) hat zu einer beträchtlichen Brennmaterialersparung geführt.

b) durch Gasfeuerung (S. 503) und zwar durch Gase aus Holz (Bd. I. Taf. IV. Fig. 95, 96; Taf. V. Fig. 116, 117; Bd. III. Taf. VI. Fig. 183, 184), Holzkohlen (Bd. I. Taf. V. Fig. 114), Braunkohlen und Torf (Bd. I. Taf. IV. Fig. 110, 111; Taf. V. Fig. 116, 119). Sehr wirksam hat sich das SIEMENS'sche Regeneratorprincip[2]) (S. 503) erwiesen. Eine zu beträchtlicher Brennmaterialersparung führende Combination eines Puddel- und Schweissofens ist von HOPFGARTNER[3]) in der Weise erzielt, dass im Generator nach unten abgeleitete sehr heisse brennbare Gase (S. 490) zunächst da, wo sonst der Feuerbrückenraum liegt, unter Zuführung heisser Verbrennungsluft den Schweissherd passiren und dann auf den Puddelherd treten, über dem sich eine zweite Windbatterie befindet; die abziehenden Gase heizen noch einen Vorwärmherd, einen Winderhitzungsapparat und einen Dampfkessel. Man arbeitet in diesem Ofen mit durchschnittlich 6,9 Cbfss. Holz und 91,9% Ausbringen auf 100 Pfd. Vorwage.

Combinirter Puddel- und Schweissofen.

Schweissöfen mit Vorglühherd.

Für grössere Schweissstücke wendet man Vorglühherde *i* an, welche (Taf. VI. Fig. 175—180, 183, 184) vom Hauptherde zweckmässig durch eine Schlackengasse *g* und eine hohe Brücke getrennt sind, um die Oxydation möglichst zu vermindern. Beim ECKMANN'schen Schweissofen (S. 463) schiebt man die Paquete allmälig vor und hat so einen continuirlichen Betrieb.

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 425.
2) Zeichnung: B. u. h. Ztg. 1862. S. 275.
3) Oesterr. Ztschr. 1862. No. 10. — HARTMANN, Fortschr. VI, 212.

Nicht selten wird die Ueberhitze noch anderweitig in ähnlicher Weise, wie bei Puddelöfen (S. 509) benutzt, namentlich zur Dampferzeugung[1]) (Taf. VI. Fig. 182, 183). Zu Creuzot[2]) erhält man z. B. per Stunde und Quadratmeter Heizfläche 20 Kil. Dampf beim Schweissofen und beim Puddelofen nur 10 Kilogr., weil in letzterem viel kalte Luft durch die Arbeitsthür einströmt.

Beispiele. Es stellen auf Taf. VI vor: Fig. 169—171 Steinkohlen-Schweissofen zu Alvenslebenhütte[3]) in Oberschlesien; Fig. 172—174 einen solchen von Creuzot für grosse Stücke *p*, welche durch die beiden mit Steinen vermauerten Arbeitsthüren *e* quer über den Herd geschoben werden; Fig. 177 bis 178 desgl. mit Treppenrost und Vorglühherd zu Dernoe in Ungarn. — Fig. 175—176 Holzschweissofen von Neuberg mit Vorglühherd. — Fig. 179—180 Braunkohlenschweissofen zu Kriechlach, mit Leobener Grobkohle betrieben; Fig. 181, 182 desgl. auf Eugenhütte zu Prävali bei Benutzung der Ueberhitze zur Dampferzeugung. — Fig. 183, 184 Gasschweissofen zu Thiergarten für $^2/_3$ Holzkohlen und $^1/_3$ Buchenholz; Fig. 185, 186 Finnländischer Gasschweissofen von Groebe[4]) für Braunkohlen und Torf.

Die Buchstaben in Fig. 169—185 haben nachstehende Bedeutung: *a* Rost. *b* Schürloch. *c* Feuerbrücke. *d* Sandherd. *e* Arbeitsöffnung, und zwar eine oder zwei neben einander. *f* Fuchs. *g* Schlackenloch oder Schlackengasse. *h* Esse. *i* Vorglühherd. *k* Dampfkessel (Fig. 181, 182). *m* Winderhitzungsapparat für den bei *n* ausströmenden Oberwind (183, 184). *o* Gasgenerator (Fig. 183, 184). *p* grosse Schweissstücke, welche nach und nach in den Herd gebracht werden (Fig. 172—174).

Der Groebe'sche Gasschweissofen (Fig. 185, 186) gestattet die Anwendung lufttrocknen Brennmaterials und liefert bei der Lage der den Unterwind zuführenden je 3 Düsen

1) Hartm., Fortschr. I, 215; VI, 215, 218. — Preuss. Ztschr. III. B. S 355. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1862. No. 52. — Berggeist 1863. S. 423.
2) Hartm., Fortschr. VI, 218. — Phönix-Walzwerk in: Bauliche Anlagen etc. III. Jahrg. Lief. 1.
3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 186.
4) Civilingenieur. Bd. IX. Taf. 23. S. 339.

p und *q* ein sehr heisses Gas, indem auch bei der 4 Fus dicken Kohlenlage vor denselben Kohlensäure vollständi in Kohlenoxydgas verwandelt wird und die Wasserdämpf sich zersetzen (I. 175). Man kann Temperaturen von minde stens 3000° C. erzielen. Bei dem bequemen Ausräumen de Asche durch *r*, wobei man nur den untersten Wind abzu stellen braucht, lässt sich auch ein aschenreicheres Brenn material verwenden; Windpressung 4—6 Zoll Wassersäule Verbrennungswind etwa 200 Cbfss. pro Min., in *m* auf etw 300° C. erhitzt. Die abgehende Flamme heizt einen be *k* liegenden Dampfkessel. Derartige Generatoren empfehle sich auch für Gussstahlschmelzöfen, zum Umschmelzen de Roheisens im Flammofen u. dgl.

Zweck.

§. 87. Zängvorrichtungen.[1]) Zum Ausquetsche der Schlacke aus den Luppen, sowie zur Herstellung eine dichten Eisens von einer zum nachfolgenden Schweissen ge eigneten Form wendet man an:

hwunghämmer.

A. Hämmer[2]), die wirksamste Maschine, und zwar:

1) Schwung- oder Helmhämmer, in Gestalt v 60—80 Ctr. und mehr schweren Stirnhämmern (S. 46 zu Zorge z. B. von 53 Ctr. Schwere, 24 Zoll Hubhöhe u 70 Schlägen pro Min.) und Patschhämmern S. 466); niger wirksam sind die Aufwerfhämmer (S. 464), wel dann gleichzeitig zum Formgeben dienen (z. B. zur Köni hütte am Harz von 6—7 Ctr. Schwere); 10—12 Ctr. sch Schwanzhämmer kommen seltener zur Anwendung (St mark, Kärnthen). Die Stirnhämmer sind einfach in Construction, sehr wirksam und geben eine Controle fü Beschaffenheit des Eisens, je nachdem die Luppe ganz oder zerbröckelt. Ein Hammer bedient mehrere Pudd

Fallhämmer.

2) Fallhämmer, nach Art eines Pochstempels i tikaler Richtung auf und nieder beweglich, wobei n Höhe des Hubes und Falles reguliren kann. Man scheidet:

---

1) Bullet. de la soc. de l'ind. minér. I, 215; II, 342. — C Lan, état présent etc. p. 431.

2) Berggeist 1860. S. 605.

Dampfhämmer.

a) Dampfhämmer.[1]) Es tritt entweder der Dampf unter einen, an der Kolbenstange den Hammer tragenden Kolben im Dampfcylinder, wodurch der Hammer gehoben wird und beim Entlassen des Dampfes mittelst Handsteuerung in die Luft (Hämmer von CAVÉ[2]), von PETIN und GODET) oder mittelst Selbststeuerung [NASMYTH[3]), DORNING[4])] der Kolben mit dem Hammer niedersinkt, während bei CONDIE's, BAIN und WYLIE's[5]) Einrichtung der Kolben fest ist und der als Hammer dienende Cylinder durch ein- und austretenden Dampf auf und nieder bewegt wird; oder der Dampf tritt unter den durch die Kolbenstange *a* (Taf. VII. Fig. 187) mit dem Hammer *b* verbundenen Kolben *c*, bei höchstem Stande desselben werden die Räume über und unter dem Kolben in Verbindung gesetzt, so dass der unter dem Kolben befindliche Dampf expandirt und wegen der grösseren oberen Druckfläche einen Ueberdruck auf den Kolben ausübt [Hämmer von GIRAUD-MILLIOZ[6]), MORRISON[7]), DAELEN[8])], oder man hält den Kolben durch Unterdampf schwebend und bringt ihn erst durch Zuleiten von Oberdampf zum Fallen, wobei grössere Geschwindigkeiten erzielt werden [Hammer von DÜRCK[9]), FARCOT[10])]. VOISIN und HARVEY wenden 2 Dampfcylinder an und die beiden Kolbenstangen sind durch ein Querjoch verbunden, welches den Hammer trägt. Man hat auch die Kolben der Hämmer mittelst Dampfs geliedert.[11])

1) Systeme der Dampfhämmer: Zeitschr. des Ver. deutscher Ingen. Bd. 4. S. 6, 40. — Revue universelle. III, 112. — Geschichte der Dampfhämmer: Mittheil des Hannov. Gew.-Ver. 1863. S. 236. — Hämmer auf der London. Ausstell.: Polyt Centr. 1863. Lief. 11.
2) HARTM., Fortschr. II, 291. — B. u. h. Ztg. 1849. S. 161.
3) Polyt. Centr. 1855. Lief. 2.
4) Bgwfd. VI, 343; IX, 395.
5) Polyt. Centr. 1861. S. 860.
6) B. u. h. Ztg. 1852. S. 452.
7) DINGL. Bd. 134. S. 199. — HARTM., Fortschr. V, 240 (300 Ctr.).
8) ARMENGAUD, Publ. industr. XI. livr. 1—6. — B. u. h. Ztg. 1859. S. 100.
9) B. u. h. Ztg. 1857. S. 153.
10) HARTM., Fortschr. V, 216.
11) Oesterr. Ztschr. 1856. No. 33.

Sehr häufig angewandte Constructionen sind die von TU
für leichtere Hämmer (bis zu 4 Ctr.) mit grösserer Gesch
digkeit und die von NASMYTH und DAELEN für schwe
Hämmer (200 — 300 Ctr.). Ein DAELEN'scher Hammer
durch die auf Taf. VII. Fig. 187 enthaltene Skizze erläu

In England verwendet man für mindere Eisenso
Quetschen, für bessere NASMYTH'sche Dampfhämmer
1—160 Ctr. Schwere, welche sich vor andern Constructio
durch sichere Handhabung und geringere Reparatur-
Unterhaltungskosten auszeichnen.

Die Ambose enthalten Kreuzbahnen, sind zuwe
durch darin circulirendes Wasser gekühlt und können v
mittelst eines hydraulischen Presskolbens beliebig ges
werden.

In England dienen Dampfhämmer (ausser besonc
Druckmaschinen) auch zum Zerbrechen der Ausschussb
schienen.

tempelhämmer.

b) Stempelhämmer, wie Pochstempel von Däumlin
gehoben und gegen Kautschukfedern stossend (SCHMERBE
Hammer von 40—60 Ctr. Gewicht und ähnliche Cons
tionen von FROMING, WATERHOUSE [2]), WINTON un
SCHWIND [3])], zuweilen den Dampfhämmern vorzuzi
welche viel Dampfvorrath erfordern, den man nicht
nuirlich benutzen kann.

Hydraulische Hämmer.

c) Hydraulische Hämmer. Der Kolben wird
Darunterpressen einer Flüssigkeit [z. B. Oel) gehoben,
man dann ausfliessen lässt [GUILLEMIN [4]) und MINARY'
mer, selten in Anwendung, FAIRBAIRN's [5]) hydra
Schmiedehammer].

Pneumatische Hämmer.

d) Pneumatische Hämmer. Man comprim
halb oder unterhalb des Kolbens Luft und lässt
den herunterfallenden Hammer beschleunigend
zögernd einwirken [COWAN's Hammer [6])].

1) SPAMER, Kalend. f. d. Bergm. 1857. S. 74. — Ann d. min. 4
2) HARTM., Fortschr. III, 193.
3) B. u. h. Ztg. 1863. S. 95. — RITTINGER's Erfahr. 186
4) B. u. h. Ztg. 1856. No. 50.
5) Polyt. Centr. 1862. S. 647.
6) HARTM., Fortschr. VI, 239.

e) Frictionshämmer. Mittelst einer Triebwelle wird ein Hammer zwischen einer Frictionsschiene und 2 beweglichen Rollen, wie in einem Walzwerk, durch die Reibung zwischen den Rollen in die Höhe gezogen und durch Lösung der Rollen zum Fallen gebracht (Hämmer von MANHARDT, KITSON, EASSIE).

Frictionshämmer.

B. Luppen- oder Zänge-Walzwerke[1]), dienen zur Umwandlung der gezängten Luppen oder Masseln *(blooms)* in Rohschienen, welche meist noch heiss, seltener kalt unter Scheeren behuf des Paquetirens beschnitten werden. Nachdem die Masseln die Streckwalzen passirt haben, kommen sie unter die Schlicht- oder Vollendwalzen (Taf. VII. Fig. 188).

Walzwerke.

A Getriebgerüste. *B* Streckwalzen mit Spitzbogencaliber, zuweilen sind die Walzen hohl. *C* Flachluppen- oder Vollendwalzen zur Erzeugung von fertigen Rohschienen *(millbars, puddlebars)*. *a* Walzengerüstständer mit den Ober- und Unterlagern zur Aufnahme der Walzen. *b* Bolzen zum Zusammenhalten der Ständer. *c* Schrauben zum Stellen der Walzen, in Muttern *d* laufend und mittelst eines Schlüssels anziehbar. *e* Kuppelungswellen. *f* Kuppelungsbüchsen (Muffen). *g* Kuppelungsräder. *h* Ständer für die Axen der Kuppelungsräder. *i* Sohlplatten für die Gerüstständer, mittelst welcher sie auf Schwellen aufgeschraubt sind.

BROWN's Luppenwalzwerk[2]) — aus 3 excentrischen, im Dreieck zusammengestellten Walzen gebildet, welche eigenthümliche Caliber haben — wirkt zwar ähnlich, wie ein Stirnhammer, ist aber weniger einfach, als dieser sowohl, als auch die Luppenquetsche. Bei WINLOW's[3]) Luppenzängemaschine wirkt beim Zusammenquetschen der Luppe noch ein Hammer.

BROWN's Maschine.

C. Luppenquetschen[4]) (Alligatoren, Squeezer) arbeiten zwar viel rascher und ruhiger, als Dampf-

Luppenquetschen.

1) TUNNER, Stabeisen- und Stahlbereitung. II, 305.
2) Berggeist 1860. S. 613. — HARTM., Fortschr. I, 364. — Bgwfd. Bd. 20. S. 457. — GRUNER ET LAN, état présent etc. Taf. III. Fig. 1, 2. p. 492.
3) B. u. h. Ztg. 1861. S. 364.
4) Berggeist 1860. S. 612. — SCHMIDT, technol. Skizzenbuch. 1864. Abth. I. Taf. 10.

hämmer, und sind in den Anlage- und Unterhaltungskosten billiger, pressen aber die Schlacke weniger gut aus und kommen, sowie die nachfolgenden Luppenmühlen, hauptsächlich nur bei Fabrikation ordinairen Eisens in Anwendung, welches die Schläge des Hammers nicht verträgt. Diese Apparate wirken scheerenartig; über einem festen, von Wasser gekühlten Unterschenkel *a* (Taf. VII. Fig. 189) bewegt sich ein Oberschenkel *b* auf und nieder, dessen hebelförmige Verlängerung durch ein Excentric der Welle (Excentricquetsche) oder besser einen Krummzapfen *c* (Winkelhebelquetsche) oder einen einfach wirkenden, von der Hand gesteuerten Dampfcylinder (Cingleur d'Anzin) bewegt wird, welcher letztere aber viel Dampf und Kraft erfordert. Die am häufigsten angewandten Winkelhebelquetschen wirken entweder durch Stoss oder besser durch Zug der Lenkstange *d*, welche dabei weniger leicht bricht. Fig. 189 auf Taf. VII stellt eine solche durch Stoss und Zug wirkende doppelte Luppenquetsche dar, wie sie in England [1]) meist zur Anwendung kommt bei der Massenproduction, ohne aber ein schlackenfreies Eisen zu geben. Sie erfordert fast gar keine Reparaturen.

Luppenmühlen.

D. Luppenmühlen. [2]) Dieselben arbeiten zwar sehr rasch, jedoch ungleichmässig, indem grosse Luppen stärker, als kleine gezängt werden. Man unterscheidet horizontale [3]) und vertikale Luppenmühlen. Bei letzteren (Taf. VII. Fig. 190, 191) ist auf der Axe *a* ein geriffelter Cylinder *b* aufgekeilt, um welchen ein ebenfalls geriffelter Mantel *c* in excentrischer Lage an 5 Säulen *d* befestigt ist. Beim Umgang des Cylinders *b* wird die eingeworfene Luppe *e* gefasst, einem starken Druck unterworfen und bei *f* ausgetragen. Durch den Deckel *g* wird ein Stauchen der Luppe herbeigeführt. Bei horizontalen Mühlen liegt die Axe *a* horizontal. Eine derartige Maschine kann an 30 Puddelöfen bedienen, aber auch deren Betrieb bei einem eintretenden Bruche leicht stören.

---

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 250. — Truran, das britische Eisenhüttengewerbe. 1864. S. 330.
2) Preuss. Ztschr. III. B. 263. — Berggeist 1860. S. 613.
3) Gruner et Lan, état présent etc. p. 491.

Verschiedene Apparate.

§. 88. Apparate zum Formgeben. Die Luppen werden seltener sofort nach dem Zängen in die erforderliche Form gebracht, als zuvor noch geschweisst. Zum Formgeben sind hauptsächlich nachstehende Apparate in Anwendung:

Walzwerke.

A. Walzwerke[1]), die geeignetste und billigste Maschine[2]) für grössere Productionen. Man unterscheidet zunächst Vorwalzen, welche zum vollkommeneren Schweissen und rascheren Ausrecken dienen, dann die Vollendwalzen. Je nach den der Waare zu gebenden Dimensionen und Gestalten unterscheidet man wieder Grobeisenwalzen mit Spitzbogencaliber in den Vorwalzen und in den Vollendwalzen mit Quadrat-, Flach-, Rund- und Façoncaliber, Feineisenwalzen mit Spitzbogen- und Ovalcaliber in den Vorwalzen und mit Oval- und Rundcaliber in den Vollendwalzen, und Blechwalzwerke[3]), deren Vorwalzen aus weichem Eisen, die Vollendwalzen aus Hartwalzen (S. 398) bestehen. Selten findet man Presswalzen[4]), zwischen denen das Walzeisen mit Zangen hin- und hergezogen wird, sowie Querwalzwerke[5]).

Von wesentlichem Einflusse beim Walzen sind Calibrirung, Durchmesser, Körperlänge, Stellung und Geschwindigkeit der Walzen, worüber Näheres in B. u. h. Ztg. 1862. S. 186 angegeben worden. Die verschieden calibrirten Wal-

1) Henvaux, Construction der Walzwerke. Deutsch von C. Hartmann. 1859. — Hartm., Fortschr. III, 199. — Berggeist 1860. S. 619. — Hartmann, Fortschr. I—VI. — Schmidt, technologisches Skizzenbuch. 1864. Taf. 10, 12, 13. — Thisquen, Puddel- und Walzwerk. Dortmund 1858. — Betriebskraft für Walzwerke: B. u. h. Ztg. 1860. S. 312. — Hartm., Fortschr. I, 411; III, 207. — Bewegungshindernisse bei einer leergehenden Walzenstrasse: Leoben. Jahrb. IX, 254. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 207.

2) Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung. II, 307.

3) B. u. h. Ztg. 1857. S. 35; 1858. S. 340; 1860. S. 173. — Hartm., Fortschr. II, 303; IV, 225, 230, 233. — Oesterr. Ztg. 1856. S. 260. — Rittinger's Erfahrungen. 1855. S. 26; 1856. — Revue universelle. 1863. 7 ann. 1 und 2 livr. — Truran, das britische Eisenhüttengewerbe. 1864. S. 346.

4) Hartm., Fortschr. IV, 222.

5) Dingl. Bd. 169. S. 29.

zen[1]) werden, wie in Fig. 188. Taf. VII, zwischen die Walzenständer gebracht.

Zum Vor- und Rückwärtswalzen hat man folgende Vorrichtungen:

a) Es liegen 3 Walzen über einander, wobei der Hingang zwischen der oberen und mittleren, der Hergang zwischen dieser und der unteren erfolgt.[2]) Auch hat man 2 Walzenpaare über einander gelegt.[3])

b) Ausrückbare Muffenkuppelung[4]) oder

c) Mehrere Walzpaare hinter einander, mit passender Calibrirung und Bewegung der Walzen. Hierher gehören z. B. die Schnellwalzwerke[5]) für Dünneisen und Walzendraht, sowie CABROL's Walzwerk[6]) mit Colamineur, ein auf einem mit den Walzen parallelen Schienenstrang laufender Walztisch, welcher den Transport von dem einen Gerüst zum andern bewirkt. Verschiedene Ueberhebvorrichtungen bei Walzgerüsten sind von TUNNER[7]) und Andern beschrieben.[8])

Zum parallelen Verstellen der Oberwalze gegen die Unterwalze sind verschiedene Einrichtungen angegeben[9]), desgleichen zum Schmieren der erhitzten Hälse.[10])

Um ohne Anwendung verschiedener Caliber dem Flach- und Quadrateisen verschiedene Dimensionen zu geben, hat man hinter 2 horizontale Walzen *a* (Taf. VII. Fig. 192, 193) 2 vertikale verstellbare Flachwalzen *b* angebracht, durch deren Stellung das jedesmalige Caliber bestimmt wird [Universalwalzwerke[11])]. Die horizontalen Walzen werden

---

1) SCHMIDT, technol. Skizzenbuch. 1864. 1. Abtheil. Taf. 12 u. 13. — Caliberringe: HARTMANN, Fortschr. III, 208.
2) HARTM., Fortschr. IV, 225. — Polyt. Centr. 1860. No. 21.
3) DINGL. Bd. 149. S. 99. — HARTM., Fortschr. II, 295.
4) Leoben. Jahrb. VI, 239. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 354.
5) B. u. h. Ztg. 1857. S. 341. — DINGL. Bd. 166. S. 73.
6) Leoben. Jahrb. 1856. V, 35.
7) Leoben. Jahrb. 1860. IX, 187.
8) B. u. h. Ztg. 1860. S. 173.
9) B. u. h. Ztg. 1860. S. 175.
10) DINGL. Bd. 150. S. 337.
11) Leoben. Jahrb. 1856. V, 38. — B. u. h. Ztg. 1856. S. 61; 1860. S. 465. — RITTINGER's Erfahrungen. 1860. S. 39. — Polyt. Centr.

durch Räderwerk *c*, die vertikalen durch einen unter der Hüttensohle liegenden Mechanismus gestellt.

Auch zum Schweissen grosser Gegenstände hat man Walzwerke [1]) angewandt.

B. Hämmer, welche in besonderen Fällen (S. 514) in Gestalt von Aufwerfhämmern zum Bearbeiten der unter Hämmern gezängten Luppen dienen, oder als Schwanzhämmer zur weitern Verarbeitung von Walzproducten.

Hämmer.

HASWELLS' Presshammer, in Gestalt und Wirkung einem Dampfhammer ähnlich, beruht seiner Einrichtung nach auf dem Princip der hydraulischen Presse und kann nach TUNNER [2]) weniger zum Zängen, als zum Schweissen der Paquete, und am besten zum Formen bereits geschweisster oder von vorn herein schon compacter Eisen- und Stahlmassen angewandt werden. Auch DUPORTAIL [3]) fand die hydraulische Pressung zum Schweissen sehr geeignet.

Sehr grosse Gegenstände, z. B. Panzerplatten [4]), Eisenbahnwagenräder [5]) etc., werden bald durch Schmieden unter Dampfhämmern, bald durch Walzen, bald durch beide Apparate in Combination zusammengeschweisst. Wo sehr starke oder verschiedenartige Schläge auszuführen, da ist der Dampfhammer an seinem Platze; bei der gewöhnlichen Stabeisenbereitung, wo keine sehr übermässige, aber eine gleichbleibende Kraft auszuüben ist, haben die billigeren Stirnhämmer vor den Dampfhämmern Vorzüge.

C. Scheeren [6]) zum Abschneiden der Stabeisenenden, zum Zerschneiden der Rohschienen behuf des Paquetirens etc. Die Bewegung erfolgt durch Excentrics (alte Wasserscheere), besser durch Winkelhebel zur Ersparung an Kraft und Raum (Stock- oder Bengelscheere, Taf. VII.

Scheeren.

1861. S. 1252; 1862. S. 1380. — GRUNER ET LAN, état présent etc. Taf. IX.

1) HARTM., Fortschr. IV, 224. — Polyt. Centr. 1860. S. 1412.

2) Leoben. Jahrb. 1863. XII, 180. — Ztschr. d. Ver. deutsch. Ingen. 1863. VII.

3) B. u. h. Ztg. 1859. S. 439.

4) B. u. h. Ztg. 1862. S. 247; 1863. S. 50, 167. — DINGL. Bd. 170. S. 431.

5) Bullet. de la soc. de l'ind. minér. IV, 531.

6) Berggeist 1860. S. 620. — RITTINGER's Erfahrungen. 1854. S. 26. — SCHMIDT, technol. Skizzenbuch. 1864. 1. Abtheil. Taf. 11 u. 15.

Fig. 194) und zum Zertheilen grosser Eisenmassen zuweilen durch hydraulischen Druck [hydraulische Scheere[1])].

Zum Abschneiden des Stabeisens und der Schienen dienen auch Kreissägen.

Zum Schneiden von Blech bedient man sich ähnlicher Scheeren oder auch der Guillotinen[2]) und Kreisscheeren.[3])

Sonstige Vorrichtungen.

D. Walz-[4]), Centrir-[5]), Schweiss- und Calibrirmaschinen für Bandagen oder Radreife *(tyres)* von abweichenden Einrichtungen, Vorrichtungen zum Richten der Schienen, Walzen von Keileisen[6]), Fraisemaschinen etc.

Drittes Kapitel.

Puddelofenbetrieb.

Puddelmethoden.

§. 89. Allgemeines. Sowie beim Herdfrischen je nach der Qualität des Roheisens und den Eigenschaften, welche man dem Stabeisen geben will, verschiedene Frischmethoden in Anwendung kommen, so auch beim Puddeln, jedoch reducirt sich ihre Zahl hierbei im Wesentlichen auf nachfolgende zwei Methoden: das trockne Puddeln auf Sandherden mit Feineisen und das fette Puddeln (Kochfrischen oder Schlackenpuddeln) mit ungefeintem oder einem Gemenge von solchem mit gefeintem Roheisen auf Schlackenherden. Zur Auspressung der im Puddeleisen befindlichen Schlacke werden die Luppen gezängt, durch wiederholtes Schweissen homogen gemacht und dann zu bestimmter Waare ausgereckt.

---

1) Polyt. Centr. 1859. No. 1. — Hartm., Fortschr. II, 297.
2) Hartm., Fortschr. III, 208, 210.
3) Hartm., Fortschr. VI, 241.
4) Polyt. Centr. 1859. No. 4.
5) Leoben. Jahrb. 1856. V, 41. Zeichnungen des Vereins „Hütte" in Berlin. 1861. — Mäurer, Maass- und Gewichtsverhältnisse etc. S. 189 (vide S. 483).
6) Dingl. Bd. 114. S. 216. — Leoben. Jahrb. 1863. XII, 91.

Allgemeines.

§. 90. Feinen des Roheisens. Diese Vorbereitung des Roheisens in Herden (S. 443) und Flammöfen (S. 448) wird ganz ähnlich wie beim Herdfrischen ausgeführt, aber beim Puddeln häufiger und dann meist in Feineisenfeuern (Bd. I. Taf. VI. Fig. 143, 144).

Beispiele.

Dieses Verfahren stammt aus England [1]) und wird daselbst sehr gewöhnlich in Wales ausgeführt, namentlich zur Erzeugung der feinsten Eisensorten, ist aber in anderen Gegenden aus bereits erwähnten Gründen (S. 445) beschränkt. Die Feuer haben etwa 4 F. im Quadrat, 15—18 Z. Tiefe und auf jeder Seite 2 oder 3 Düsen (Doppelfeuer). Man unterscheidet Feuer, in denen das Roheisen kalt eingeschmolzen wird (Einschmelzfeuer) und solche, in welche es direct aus dem Hohofen in flüssigem Zustande gelangt (Einlauffeuer). Letztere gestatten eine grössere Production bei minderem Aufwand an Brennmaterial und Zeit.

Der Boden der Feuer besteht aus Sandstein oder feuerfesten Ziegeln mit einer Lage von kleinen Sandsteinstücken.

Man bringt in die Mitte des Herdes Feuer, darauf Koks und fügt, nachdem der Gebläsewind angelassen, Roheisengänze und Bruchroheisen hinzu, welche wieder von Koks bedeckt werden. Der Wind hat je nach der Leichtigkeit der Koks 1½—2½ Pfd. Pressung. Eine Charge von 2 Tonnen beginnt etwa nach 1 Stunde zu schmelzen, nach 2—2½ Stunden ist die Schmelzung vollendet. Man bläst dann unter Zusatz frischer Koks noch eine Zeitlang fort, bis das Eisen hinlänglich entkohlt ist, und sticht es gemeinschaftlich mit der entstandenen Schlacke in von unten durch Wasser gekühlte gusseiserne Formen von 3½ F. Länge und Breite und 6—8 Z. Dicke ab. Durch Aufgiessen von Wasser wird die Trennung von Schlacke und Eisen befördert und letzteres abgeschreckt. Zuweilen lässt man das Feineisen aus dem Feineisenfeuer direct in den Puddelofen laufen, wobei aber die Schlacken vorher abgelassen werden müssen, weil sie im Puddelofen störend wirken.

Das helle, silberartig glänzende Feineisen ist unterwärts

1) Truran, britisches Eisenhüttengewerbe, deutsch v. C. Hartmann. 1854. S. 303.

weiss und dicht, oberflächlich bis auf $^1/_2$—$1^1/_2$ Z. Tiefe zellig, je nachdem dasselbe von grauem oder weissem Roheisen erhalten worden. Danach dauert auch das Feinen 3—4 Stunden. Man braucht auf 2 Tonnen Roheisen 5 Ctr. Koks und pro Tonne Feineisen im Einlauffeuer 22,3 Ctr. gewöhnliches Frischroheisen und 22,1 Ctr. gutes graues Roheisen, bei Einschmelzfeuern von beiden etwa $^2/_{10}$ mehr. Die Schlacken, etwa 3 Ctr., enthalten 56—60 % Eisen.

Bei heisser Luft im Hohofen erblasenes Roheisen erfordert, um 1 Tonne Feineisen zu geben, etwa 36 Pfd. mehr, als die kalterblasenen Sorten. Besonders schwierig ist das Feinen des aus Kohleneisensteinen erblasenen Roheisens, welches wegen seiner Leichtschmelzigkeit bei niedrigerer Temperatur mit mehr Wind längere Zeit gefeint werden muss, wodurch der Abbrand vergrössert wird; zu 1 Tonne Feineisen sind 24 Ctr. solchen Roheisens erforderlich. Der Abbrand wird durch einen Schlackenzuschlag (S. 496) vermehrt, während ein Kalkzuschlag (15—18 Pfd. pro Tonne) die Qualität des Feineisens verbessert (S. 496). Die Windmenge beträgt bei $1^1/_2$—$1^3/_4$zölligen Düsen, welche den Wind unter etwa 38° entlassen, pro Tonne Feineisen in Einlauffeuern etwa 94000 Cbfss. = 3 Tons, in Einschmelzfeuern bei weissem Frischroheisen 136000, bei grauem Roheisen 153000 Cbfss.

Ein Einlauffeuer producirt wöchentlich 150 — 160, ein Einschmelzfeuer 80—100 Tons Feineisen. Heisse Gebläseluft hat keine Brennmaterialersparung gewährt; sie wirkte nachtheilig auf die Entkohlung und den Eisenabbrand.

Der Brennmaterialverbrauch hängt von der Beschaffenheit der Koks und des Roheisens, sowie von der Einrichtung des Feuers ab. In Einlauffeuern bei Frischroheisen beträgt derselbe pro Tonne Feineisen 4, bei grauem Roheisen 5 Ctr., in Einschmelzfeuern $6^1/_2$—8 Ctr.

Bei einer Pressung von $2^1/_2$ Pfd. sind auf 100 Tonnen Wochenproduction von Feineisen 13 und mit Reibung und Verlust 16 Pferdekräfte erforderlich.

Zu Dowlais [1]) werden 1—2 Tonnen Roheisen in Herden von 1 F. 4 Z. Tiefe, 4 F. Länge und 3 F. Breite bei

1) Bgwfd. XVII, 744.

Windzuführung durch 4—6 Düsen unter einem Winkel von 20° in 2—3 Stunden mit Koks gefeint, wobei man Schlacken von der vorigen Operation zuschlägt.

Zu Aberdare [1]) raffinirt man zuweilen unter Flussspathzusatz $1\frac{1}{2}$ Tonnen Roheisen in 3 Stunden bei 15 % Eisenabgang und 85 Frs. Kosten für Brennmaterial und Arbeit pro Tonne Feinmetall.

Auf französischen und belgischen Hütten sind zur Feinirung von 1 Kil. Roheisen 0,303—0,313 Kil. Koks erforderlich; ein Feuer mit 6 Düsen producirt wöchentlich 130, ein solches mit 4 Düsen 90 Tonnen Feineisen.

§. 91. Trocknes Puddeln auf Sandherden und auf Eisenherden. Dem ersteren älteren, 1787 von HENRY CORT in England erfundenen Verfahren unterwirft man gaarschmelziges, meist gefeintes Roheisen für sich, seltener im Gemenge mit weissen und halbirten Eisensorten, welche nicht reiner sind, als das Feineisen. Letzteres, bei Anwendung von Koks in Feineisenfeuern (S. 523) erzeugt, ist zwar ärmer an Silicium, Mangan und Phosphor, aber nicht ärmer, sondern in Folge der schwefelhaltigen Koks noch reicher an Schwefel geworden (S. 443). *Roheisen.*

Die Puddelöfen haben einen auf einer Unterlage von Schlacken oder andern Materialien ruhenden Sandherd, welcher höchstens von einigen Schlacken dünn überdeckt ist, Wände aus feuerfesten Ziegeln und eine niedrigere Feuerbrücke (S. 506). *Puddelöfen.*

Das Verfahren beim Puddeln ist kurz folgendes: Chargen von 400—480 Pfd. Eisen werden bei starker Feuerung in den dem gaarschmelzigen Eisen zukommenden teigartigen Zustand versetzt, die eben weich gewordene Masse mit der Kratze zerschlagen, bei verminderter Temperatur durch einander gerührt, der entstehende dicke Brei von Eisen und wenig Schlacke mit dem Spiess bearbeitet und nach mehrmaligem Durchbrechen von rechts nach links und umgekehrt zu Luppen *(bals)* geformt, die man nach ein paar Minuten bei geschlossener Thür und starkem Feuer erhitzt, unter Luppenquetschen (S. 517) bringt und zu Rohschienen auswalzt. *Puddelverfahren.*

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 414.

Bei 70—80 % Kohlenverbrand (auf 100 Pfund Rohschienen 0,165—0,2 Tonnen) und 6—8, selten 10 % Eisenverlust beträgt die Chargendauer 1—1¼ Stunde. Beim Trockenfrischen tritt nicht, wie beim Schlackenpuddeln, das lebhafte Aufschäumen ein und zum Unterschiede von letzterem setzt man etwa 15 Minuten vor dem Herausnehmen der Luppen die Feineisencharge durch die neben der Esse befindliche kleine Thür (S. 507) ein, wodurch die Chargendauer verringert wird.

Während des Einschmelzens bildet sich Eisenoxyduloxyd auf den Stücken, welches gemeinschaftlich mit der zutretenden Luft die Entkohlung bis zum Ende der Arbeit herbeiführt, die durch die Anwesenheit von nur chemisch gebundenem Kohlenstoff begünstigt wird. Bei dem raschen Verlauf des Frischens und dem in Folge des unvollständigen Schmelzens weniger innigen Contact der Masse mit Eisenoxyd findet eine nur unvollständige Abscheidung des Phosphors und Schwefels statt. Zudem zersetzen sich Eisenoxyd und Schwefeleisen nach BERTHIER nicht, sondern vereinigen sich in allen Verhältnissen.

Man erhält deshalb nach diesem Verfahren — allerdings bei grosser Production, geringerem Eisenabgang und geringerem Brennmaterialaufwande — stets ein rothbrüchiges Eisen, wenn man nicht besonders reines Feineisen, namentlich solches aus reinen Erzen bei kaltem Wind erblasenes verwendet. In England [1]) ist dieser Prozess noch an manchen Orten in Anwendung, aber vielfach durch ein Trockenfrischen mit wenig eisenreichen Schlacken oder Eisenoxyduloxyd unter Erzielung eines sehnigen Eisens auf Eisenherden ersetzt, ähnlich wie zu Alvenslebenhütte (S. 527). Die Sandböden veranlassen grösseren Eisenabbrand und Steinkohlenverbrauch und es entsteht ein siliciumreicheres Stabeisen.

Nach TRURAN verbraucht man in England beim Trockenfrischen auf die Tonne Puddeleisen durchschnittlich 21 Ctr. 1 Viertel 20 Pfd. Feineisen, beim Schlackenpuddeln 21 Ctr.

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 259; 1862. S. 251. — Berggeist 1860. S. 523. — Preuss. Zeitschr. IX. B. 286. — HARTMANN, Fortschr. VI, 222.

3 Viertel; der Steinkohlenverbrauch bei letzterem beträgt 14 bis 22 Ctr. pro Tonne Rohschienen. Wöchentliche Production beim Trockenpuddeln mit Feineisen 23 Tons, beim Schlackenpuddeln 18—21 Tons.

Anwendbarkeit dieses Verfahrens.

§. 92. **Fettes Puddeln** (**Schlackenpuddeln, Kochfrischen**). Dieses am häufigsten angewandte Verfahren gestattet die Anwendung der verschiedensten Eisenarten, sowohl graphithaltiger, als auch unreinerer, welche nur zuweilen gefeint werden (Low Moor, Alvenslebenhütte). Durch Einschmelzen bei hoher Temperatur wird der Graphit, ähnlich wie beim Feinen, in chemisch gebundenen Kohlenstoff übergeführt, und da man das vollständig flüssige Eisen hinreichend lange mit viel flüssigen, mehr oder weniger Sauerstoff abgebenden Schlacken durch Umrühren in Contact erhalten kann, so findet eine bessere Reinigung, als nach der vorhergehenden Methode statt, welche noch durch Anwendung geeigneter Zuschläge, z. B. des SCHAFHÄUTL'schen Mittels, begünstigt werden kann.

Puddeln auf sehniges und Feinkorneisen.

Durch Anwendung mehr oder weniger sauerstoffhaltiger garender Schlacken, höherer oder niedrigerer Temperatur, mehr oxydirender oder reducirender Flamme bei passender Ofenconstruction lässt sich auf die Entstehung von sehnigem oder von Feinkorneisen hinarbeiten, wobei allerdings ein grösserer Brennstoff- und Zeitaufwand, sowie ein erhöhter Arbeitslohn und Metallverlust, als beim Trockenpuddeln stattfindet. Dafür entschädigt aber eine weit höhere Qualität des Eisens.

Abweichende Herdconstruction.

Da Ziegelwände des Herdes durch das bei dieser Puddelmethode erforderliche kräftige Durcharbeiten der Massen zu sehr leiden, auch durch die entstehende Rohschlacke stark angegriffen werden, so hat man sie durch hohle, mit Wasser oder Luft gekühlte Eisenwände (S. 505) ersetzt (Kochöfen). Wo sich weniger Rohschlacke bildet und dieselbe rasch aus dem Herde entfernt wird (z. B. bei Darstellung von sehnigem Eisen aus gutem, theilweise gefeintem Roheisen bei Zuschlag von nicht zu viel Gaarschlacken), lässt man zur Brennmaterialersparung die Herdwände, z. B. zur Alvenslebenhütte (S. 502), theilweise aus Ziegeln bestehn und nennt solche Oefen im Gegensatz zu denen, wo mit viel,

namentlich roher Schlacke (Feinkornöfen) gearbeitet wird, Trockenpuddelöfen, nicht mit den alten englischen Trockenpuddelöfen mit Sandherden (S. 525) zu verwechseln.

Chemische Vorgänge beim Puddeln.

Die chemischen und physikalischen Vorgänge beim Puddeln sind hauptsächlich durch die Arbeiten von CALVERT und JOHNSTON[1]) (I. 702), BECKER[2]), SCHAFHÄUTL[3]), LAN[4]), LIST[5]), ZOBEL[6]), GURLT[7]) und neuerdings gründlich durch DRASSDO[8]) klar gelegt und hauptsächlich auf die ermittelte Zusammensetzung des Eisens und der Schlacken in den verschiedenen Perioden des Puddelprozesses begründet. Abweichende Ansichten sind von GRUNDMANN[9]), CAILLETET[10]) und MINARY und RESAL[11]) aufgestellt.

I. Puddeln auf sehniges Eisen.

Roheisen.

Man unterwirft diesem Prozess alle möglichen Roheisensorten, zuweilen mit ungefeintem Eisen auch einen Theil Feineisen (Alvenslebenhütte), und sucht dann je nach deren Verunreinung mehr oder weniger rasch auf ein gutes Stabeisen hinzuarbeiten, z. B. durch Anwendung mehr gaarer oder roherer Schlacken, höherer oder niedrigerer Temperaturen etc.

Operationen.

Es kommen beim Puddeln nachstehende Operationen vor:

Herdmachen.

1. Herdmachen. Nachdem ein neuer Ofen durch ein kräftiges Feuer gut ausgetrocknet und das Legeisen etwa $^3/_4$ Zoll hoch mit Thon und zuvor auch wohl das innere Ofengemäuer mit einem sehr feuerfesten Gemenge von

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 34; 1859. 304, 448. — DINGL. Bd. 146. S. 121; Bd. 153. S. 156.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 5.
3) HARTM., Fortschr. IV, 186.
4) B. u. h. Ztg. 1860. S. 258, 435.
5) B. u. h. Ztg. 1860. S. 52, 472; 1862. S. 191. — HARTM., Fortschr. III, 272; IV, 202; V, 207.
6) DINGL. Bd. 154. S. 111. - HARTMANN, Fortschr. III, 243. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 466.
7) Berggeist 1860. S. 523.
8) Preuss. Ztschr. XI, 170. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 437.
9) B. u. h. Ztg. 1865. S. 337.
10) DINGL. Bd. 154. S. 111. — HARTM., Fortschr. VI, 228.
11) DINGL. Bd. 163. S. 352. — HARTM., Fortschr. VI, 231.

1 Thon und 2 Sand bekleidet worden, schichtet man am Rande des Herdes gaare Puddel- oder Schweissofenschlacken in faustgrossen Stücken, am besten im ausgesaigerten Zustande (*bull-dogs*, S. 81) in so starken Lagen auf, dass nach deren Einschmelzen die Bodenplatte etwa 3 Z. damit bedeckt ist, desgleichen von der Mitte nach den Ofenwänden eine 2—3 Z. starke Schicht Frischfeuerrohschlacken oder ein Gemenge von alten Gaarschlackenansätzen aus dem Herd und Gezähschlacken. Hierauf wird das Schlacken- oder Lachtloch zugemauert, vor der Arbeitsthür Schlacke angehäuft, der ganze Herd 1½—2 Z. hoch mit Gezähschlacken bedeckt und bei geschlossener und lutirter Arbeitsthür anfangs schwach, dann sehr stark bis zum Schmelzen der Schlacke gefeuert (6—8 Stunden). Hierauf wird die Masse mit dem Spett aufgestochen und dieses Verfahren so oft wiederholt, bis die Schlacke eine gleichmässige Consistenz zeigt. Dann schmilzt man wiederholt Schlackenlagen auf, bis der Schlackenherd 3—4 Z. hoch ist. Es hält bis 8 Wochen und länger.

Die sehr strengflüssigen Gaarschlacken kommen nur zum teigartigen Fluss, schützen die Bodenplatte vor Zerstörung und das eingeschmolzene Eisen vor dem Abschrecken und bilden eine so feste, aber plastische Unterlage, dass Ansätze von halbgefrischtem Eisen (Herdsauen) sich gut ablösen lassen.

Ein kaltgelegter Ofen muss vor dem Chargiren 6—8 Stunden lang angeheizt werden, bis die Ofenwände gleichmässig rothglühend und die Schlacken im Herd dickflüssig geworden sind.

Chargiren.

2) Chargiren. Von der vorigen Charge findet sich noch gaare Schlacke im Herd, welche aber (da ein Theil der Rohschlacke ausgeflossen) meist nicht ausreicht und deshalb je nach der roh- oder gaarschmelzigen Beschaffenheit des Roheisens durch gaarende oder mehr rohe Zuschläge vermehrt werden muss. Sollte zu viel Schlacke vorhanden sein, so wird sie ausgeschöpft oder abgestochen, auch jedesmal der Boden von Ansätzen befreit. Bei einem rohschmelzigen Roheisen wirft man nach beendigter voriger Charge gaare Schlacken, Walzsinter, Puddelhammerschlacke oder Hammerschlag um so mehr hauptsächlich

nach den beiden Brücken und der Hinterwand hin zu, je niedriger die Temperatur und je mehr die Schlacke im Herde zum Rohgang geneigt ist, rührt die Masse gehörig durch einander und kühlt durch Wassergiessen etwas ab, um den Herd mit dem Haken ebenen und so im Stande erhalten zu können, während welcher Zeit auch am besten der Rost gelüftet wird (Rösten). Dann werden die 10—25 Pfd. schweren und 1—1½ Z. dicken Roheisengänze mittelst eines Schiebers (S. 511) gleichmässig vertheilt, an die Feuerbrücke aber die dickeren Stücke so gesetzt, dass sie dieselbe etwas überragen und so rascher eingeschmolzen werden. Kleinere Stücke setzt man wohl später nach. Ein Einsatz beträgt bei einfachen Oefen 3—4 Ctr., bei Doppelöfen 6—10, gewöhnlich 7—8 Ctr. Bei Vorglühherden hat man eine Zeitersparniss bis von ½ Stunde.

In Hörde (S. 485) hat man das Roheisen im flüssigen Zustande aus Kupoloöfen in den Herd geschafft und dadurch gewisse Vortheile erreicht, in England sofort aus dem Hohofen in den Puddelofen, wobei aber die Localität mitspricht. Der Raum für den Hohofen wird sehr beschränkt und die Arbeiter leiten allzu sehr von der Hitze.

Einschmelzen. 3) Einschmelzen. Bei geschlossener und lutirter Arbeitsthür und geöffnetem Temper wird unter 3—4maligem Schüren lebhaft gefeuert, so dass die Masse nach 25—45 Minuten eingeschmolzen ist. Damit keine kalte Luft durch die Arbeitsthür eindringt, werden die Fugen wohl mit Schlacken bestreut und auf die innere Arbeitsbank eine grosse Stückkohle gelegt. Durch die Oeffnung in der Arbeitsthür werden dann mittelst eines Hakens die halbgeschmolzenen Massen von den Wänden in die Mitte des Herdes sehr sorgfältig gezogen (das Zusammenziehen), 4—5 Min. wieder starke Schmelzhitze gegeben, dann mit dem Spett systematisch auf dem Herde hin- und hergefahren, um harte Theile loszubrechen (das Aufstechen), und die Massen nochmals zusammengezogen

War der Ofenherd bei rohschmelzigem Eisen hinreichend heiss, so bleiben die Roheisenstücke während des Einschmelzens auf demselben ruhig liegen; bei zu kaltem Herde aber richtet man die glühend gewordenen Stücke mit dem Spette

an der Hinterwand, der Feuerbrücke und am Fuchse auf, so dass der Herd von der Flamme bespielt werden und die erforderliche Temperatur annehmen kann. Das aufgerichtete Eisen schmilzt in dieser Stellung schon theilweise nieder, wenn aber der Herd warm genug geworden, so zieht man die Stücke wieder in den Herd und zerdrückt sie in kleine Brocken, die dann von der flüssigen Schlacke aufgenommen und überdeckt werden. Zweckmässig werden die Stücke so gelegt, dass eins das andere theilweise deckt, wo dann die Flamme unter dieselben gelangen kann.

Gaarschmelziges weisses Roheisen, welches den Herd weniger anfrisst und teigartig einzuschmelzen strebt, sucht man zur Verminderung des Eisenabganges bei hoher Temperatur schnell einzuschmelzen, weshalb man dasselbe nicht gleich nach Beendigung der vorigen Charge, der Reinigung des Rostes, des Schürens und der Herdzurichtung auf den Herd setzt, sondern denselben in leerem Zustand $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Stunden stark befeuert. Damit wird weder Brennmaterial, noch Zeit vergeudet, indem der Prozess nachher viel schneller verläuft. Wird bei weissem Eisen der Schlackenherd des Ofens zu stark, so puddelt man wohl einige Chargen graues Eisen.

Chemische Reactionen.

Die Vorgänge beim Einschmelzen des Roheisens sind den Untersuchungen der oben genannten Chemiker und Techniker zufolge nachstehende: Das anfangs ins Glühen versetzte Eisen überzieht sich mit Eisenoxyduloxyd, welches beim Niedersinken des schmelzenden Eisens in der Schlackenschicht von dieser mechanisch aufgelöst wird. Das Roheisen verliert nun hierbei durch Oxydation von dem Sauerstoff des Eisenoxyds im Eisenoxyduloxyd — unter Umwandlung des letzteren in Oxydul, ja sogar in metallisches Eisen — seine Unreinigkeiten, am schnellsten wird Silicium oxydirt und die gebildete Kieselsäure tritt mit dem aus dem Oxyduloxyd frei gewordenen Oxydul zusammen; dann folgen in zweiter Linie Mangan und Phosphor, zuletzt Schwefel. Die ursprünglich gaare Schlacke [1]), $8\,\dot{F}e^3\,\dddot{S}i + \dot{F}e\,\dddot{\bar{F}}e$, wird an-

1) Verschiedene Ansichten über die Constitution der Gaarschlacke, z. B. $\dot{F}e^3\,\dddot{\bar{S}}i$ oder $2\,\dot{F}e^3\,(\dddot{S}i, \dddot{\bar{F}}e) + \dot{F}e^2\,(\dddot{S}i, \dddot{\bar{F}}e)$ oder $8\,\dot{F}e^3\,\dddot{S}i + \dot{F}e\,\dddot{\bar{F}}e$, siehe Drassdo c. l., auch Bd. 1. S. 866.

fangs bis dahin immer saurer, wo die fremden Bestandtheile entfernt sind ($9\ \dot{Fe}^3\ \dddot{Si} + 3\ \dot{Fe}^3\ \dddot{Si}^2 + \dot{Fe}, \dddot{\overline{Fe}}$); dann nach Beendigung der heftigsten Reaction wird sie, indem noch nicht ganz unter die Schlacke gegangene Eisentheile sich fortwährend oxydiren, wieder basischer, bleibt dabei aber immer saurer ($10\ \dot{Fe}^3\ \dddot{Si} + 3\ \dot{Fe}^3\ \dddot{Si}^2 + \dot{Fe}\ \dddot{\overline{Fe}}$), als sie zu Anfang war. Der Kohlenstoffgehalt wird hierbei, ähnlich wie beim Feinen des Roheisens, nicht oxydirt, kann im Gegentheil in Folge der Oxydation von Eisen, Silicium etc. zunehmen; dagegen geht der Graphit in chemisch gebundenen Kohlenstoff über, was durch die hohe Temperatur und die Ausscheidung des Siliciums begünstigt wird (S. 443). Bei sehr hitzigem raschen Einschmelzen eines sehr graphitischen Eisens findet der Graphit zuweilen nicht Gelegenheit, sich völlig zu lösen, und scheidet sich dann nach OSANN[1]) auf den Puddelschlacken ab.

Rührperiode. 4) Rühren und Aufkochen. Nach dem Einschmelzen findet sich das flüssige Roheisen im Zustande des Feineisens (S. 443) unter der flüssigen Schlackendecke ohne merkbare Reaction auf einander. Diese, namentlich eine entkohlende Wirkung, muss dadurch herbeigeführt werden, dass man die Masse durch Abkühlung verdickt, wodurch eine innigere Berührung der Körper eintritt und die Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Eisen abnimmt. Diese Abkühlung kann dadurch herbeigeführt werden, dass man die Temperatur mässigt durch unterlassenes Schüren und passende Stellung des Tempers — bei Gasfeuerung stellt man den Oberwind ab und schliesst den Temper — und das Bad heftig umrührt, oder Wasser aufgiesst und jedesmal umrührt, oder strengflüssige basische Schlacken, Puddelsinter etc. der flüssigen Masse incorporirt, welche neben einer sofortigen Abkühlung die Entkohlung demnächst begünstigen (bei weissem Roheisen, z. B. in Kärnthen). Während dieses Verdickens des Bodens kommt bei dem Aufrühren Eisen hier und da an die Oberfläche, es bildet sich Eisenoxyduloxyd, welches unter Umwandlung in Eisenoxydul und metallisches Eisen

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 328.

Sauerstoff an die noch vorhandenen Unreinigkeiten, Kiesel, Mangan, Phosphor, Schwefel abgibt, aber auch schon die Entkohlung einleitet, indem bläuliche Flämmchen den Furchen folgen. Da aber die Mengung noch keine innige ist, auch die stark herabgedrückte Temperatur nicht förderlich wirkt, so finden in dieser Periode keine energischen Reactionen statt. Die Schlacke wird durch obige Zersetzung des Eisenoxyduloxyds etwas gaarer und geht in $1 \,.\, \dot{F}e^3 \,\dddot{S}i + 3\, \dot{F}e^3 \,\dddot{S}i^2 + \dot{F}e \,\ddot{\bar{F}}e$ über.

Bei dem Rühren fährt man mit dem Haken systematisch kräftig auf dem Herde hin, indem man denselben nach dem Durchfahren an der Hinterwand hebt und dabei eine Reinigung des Legeisens von Ansätzen mit herbeiführt, desgleichen auch mit auf die Seite gelegtem Haken eine Reinigung der Seitenwände veranlasst und dabei, die Seiten der Arbeitsöffnung als Hebelunterlage betrachtend, die Masse durch Wuchten gleichmässig durcharbeitet (das Peitschen). Zuletzt wird die Krücke hinten eingesetzt, vorgezogen und die Masse nach mehreren Seiten hin durchgearbeitet. Dabei lösen sich zwei Arbeiter so oft ab, als der gebrauchte Haken so glühend geworden, dass er sich verbiegt. Durch Anwendung maschineller Vorrichtungen [mechanischer Puddler[1])] hat man die Arbeit der Puddler erleichtert und vollkommenere und raschere Arbeit zu erzielen gesucht. Anfangs sind Eisen und Schlacke noch deutlich mit dem Auge zu unterscheiden und ersteres zu fühlen, weniger schon nach dem zweiten Haken[2]); beim dritten und vierten ist die Reaction heftig, es entwickelt sich lebhaft Kohlenoxydgas und die Masse steigt blasenwerfend in die Höhe, indem die an die Luft gelangenden Eisentheilchen sich immer oxydiren und ihren Sauerstoff an den Kohlenstoff abgeben, wobei das Eisenoxyduloxyd in Oxydul und metallisches Eisen übergeht. Da die Oxydation des Kohlenstoffs so rasch stattfindet, dass

---

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 232; 1863. S. 178.

2) Der Arbeiter berechnet die Dauer der Periode nach der Anzahl der angewandten Haken (Krücken, Kratzen), indem auf das Rühren mit einem Haken etwa 5—8 Minuten gehen.

das zur Oxydation verbrauchte Eisenoxyd sich nicht in gleich schnellem Maasse ersetzt, so nimmt dasselbe in dieser Periode unter Vermehrung der Eisenmenge und Verminderung der Schlackenmenge ab, indem es sich zum grossen Theil in metallisches Eisen verwandelt. Gleichzeitig werden die Schlacken roher und gehen in 22 $\dot{Fe}^3 \dddot{Si} + 4 \dot{Fe}^3 \dddot{Si}^2 + \dot{Fe} \dddot{\bar{Fe}}$ über; ein Theil derselben fliesst beim Aufkochen über die Fuchsbrücke und zur Arbeitsthür aus, oder, wo man mit wenig Schlacken arbeitet, lässt man sie durch die Gasse in der Fuchsbrücke ab (Alvenslebenhütte, S. 50?). So lange in der Schlacke Eisenoxyduloxyd vorhanden, wird nur das Eisenoxyd desoxydirt, erst bei Mangel daran auch das Eisenoxydul. Sobald die heftigste Wirkung in dieser Periode vorüber ist, schreitet die Entkohlung langsamer fort, der Eisenoxydgehalt der Schlacke nimmt wieder zu und sie wird basischer, entsprechend 10 $\dot{Fe}^3 \dddot{Si} + 3 \dot{Fe}^3 \dddot{Si}^2 + \dot{Fe} \dddot{\bar{Fe}}$.

Die anfangs einzeln auf die Oberfläche tretenden hellaufglühenden Eisenspitzchen ballen sich zu einzelnen grösseren, erst mehr röthlichen, dann blendend weissen krausen Klümpchen zusammen, nach dem vierten Haken tritt ein Ruhigwerden der Masse ein, die Schlacke ist gesunken und aus derselben ragen die blendendweissen, schwammartig vereinigten Eisentheilchen hervor (Trocken- oder Sandigwerden des Eisens). Je mehr dieses geschehen, um so dickflüssiger ist die Masse geworden und um so schwieriger das Durchrühren. Nach der Grösse des Widerstandes, welchen der Rührhaken findet, beurtheilt der Arbeiter mit die Zeit zur Beendigung dieser Periode. Gewöhnlich genügen 3—4 Haken, von denen man jedesmal nach dem Herausnehmen, was der Abkühlung wegen nicht zu oft geschieht, die anhaftende Schlacke (Gezähschlacke) abklopft. Zur Erzeugung eines sehr sehnigen weichen Eisens, z. B. zur Weissblechbereitung, rührt man noch mehr Haken, dagegen weniger bei Zusatz von altem Schmiedeeisen, welches nicht schmilzt; man setzt dabei bald um. Das Eisen befindet sich jetzt im Zustande des Stahls mit 1,2 — 2 % Kohlenstoffgehalt. Diese Periode dauert $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Stunde.

5) G a a r e n u n d L u p p e n m a c h e n. Das noch gekohlte Eisen ragt mehr oder weniger aus der Schlacke hervor, namentlich beim Zusammenballen zu grösseren Klumpen, oxydirt sich bei unbehindert gestattetem Luftzutritt (bei Anwendung von Gasfeuerung gibt man jetzt einen Ueberschuss von Gebläsewind), die Schlacke wird wieder reicher an Eisenoxydul und die Entkohlung des Eisens schreitet immer mehr fort, bis die Grenze der Bildung von sehnigem Eisen erreicht ist (unter 0,5 % C.). Die Menge der Schlacke nimmt wieder zu, sie wird immer basischer und nähert sich der anfänglichen Zusammensetzung $8\,\ddot{\bar{Si}}^3\,\ddot{\bar{Si}} + \dot{Fe}\,\ddot{\bar{Fe}}$. Beim ganzen Puddelprozess scheint die atmosphärische Luft weniger direct auf die Oxydation des Kohlenstoffs, Siliciums etc., als indirect zu wirken, indem ihr Sauerstoff erst ans Eisen geht und von diesem an die genannten Bestandtheile übertragen wird.

Gaaren.

Es erfordert diese Periode des Gaarens, welche allein von dem Meister ausgeführt wird, nachstehende Manipulationen:

a) Das D u r c h s c h l a g e n. Nachdem zuvor so stark geschürt, dass ein solches während des Gaarens nicht wieder nöthig ist — um die Einmengung von überfliegender Asche in die Luppen bei einem späteren Schüren zu vermeiden —, beginnt das Durchschlagen, welches ein Losbrechen von Herdansätzen mit dem Spett, ein kräftiges Durcheinanderrütteln der Masse bei Luftzutritt behuf des Gaarens und, wenn die Masse sehr dickflüssig geworden, ein Zusammenschieben der ausgeschiedenen Eisentheilchen am Fuchse bezweckt, um hier an der heissesten Stelle die Schlacke möglichst vollständig auszuschmelzen und darauf das Zusammenschweissen des Eisens zu begünstigen.

Durchschlagen.

b) U m s e t z e n. Von der noch ungleichmässig gegaarten Eisenmasse wird, um sie ferner der Luft auszusetzen, mit dem Spett ein angemessener Theil losgedrückt, dessen Unteres zu oberst gewandt und dann das Stück nach der Feuerbrücke zu translocirt. Auf diese Weise setzt man die ganze Eisenmasse in einzelnen Stücken nach der Feuerbrücke um, desgleichen die an der Fuchsbrücke haften gebliebenen und

Umsetzen.

abgelösten kleinen Eisenstücke. Hierauf wird dieselbe Procedur des stückweisen Uebertragens der Masse nach der Fuchsbrücke noch 1 oder 2 Mal wiederholt, wo dieselbe dann eine sehr stark schweissende compacte Masse mit hellleuchtender Farbe bildet. Das Umsetzen, durch welches man den Herd von Ansätzen rein erhält und die Klumpen der höchsten Temperatur aussetzt, und das Durchschlagen dauern 10—15 Minuten.

Luppenmachen.

c) Luppenmachen, Luppenballen. Die Eisenmasse wird, was bedeutende Geschicklichkeit und ausdauernde Kraft des Arbeiters erfordert, in Stücke von gewisser Grösse (Luppenbals), z. B. von 60—80 Pfd. Gewicht getheilt, jedes abgebrochene Stück von der Feuerbrücke nach dem Fuchse und umgekehrt umgesetzt und dabei das Untere zu oberst gebracht. Die einzelnen Bals dürfen nicht an einander schweissen. Soll für schwere Gegenstände nur eine Luppe gemacht werden, so muss man schon frühzeitig das Ballen vornehmen, damit die Luppe dicht wird. Je weicher das Eisen werden soll, z. B. zur Blechfabrikation, um so kleinere Luppen muss man ballen.

Während dieser Periode darf, wie bemerkt, nicht geschürt werden, damit keine Aschentheile überfliegen und in die Luppen gelangen; die erforderliche hohe Temperatur erzielt man durch die Stellung der Essenklappe, sowie besonders dadurch, dass man mit einem flachen Eisenstab über den Rost hinfährt, die entstandene Aschenschlacke hebt und dadurch Luftzutritt herbeiführt. Bei Gasfeuerung leitet man mehr Gase und entsprechend mehr heisse Luft zu.

Luppendrücken.

d) Luppendrücken und Wenden. Mittelst starker Haken zieht man eine Luppe nach der andern vor die Arbeitsthür, drückt sie flach, stellt sie dann auf die hohe Kante und drückt sie, den Haken gegen den oberen Theil der festgekeilten Arbeitsthür stützend, möglichst stark zusammen, gibt ihr durch wiederholtes Drücken in anderer Lage eine abgerundete Gestalt und schiebt sie so vor den Fuchs, dass die vorher auf dem Boden befindliche Seite zu oberst kommt. Man sucht beim Ballen der Luppe die obere, in der Gaare am weitesten vorgeschrittene Partie der Eisenmasse in die Mitte der Luppe zu bringen, indem das Eisen hierdurch

eine gleichmässigere Sehne erhält. Auf manchen steyerschen Hütten werden die Luppen bald gedrückt, bald gegen die Wandungen des Ofens gerannt. Nachdem so alle Luppen nach der Fuchsbrücke gebracht worden, wendet man sie nochmals und vertheilt sie so an der Hinterwand, dass die am wenigsten gaaren Luppen ohne das characteristische saftige Aussehen nahe am Fuchs einer höheren Temperatur und dem stärkeren Luftzutritt ausgesetzt sind. Dann schliesst man auf einige Minuten die Arbeitsöffnung und gibt starke Hitze. Das Luppenmachen dauert $^1/_4$ Stunde.

Luppenausheben.

e) Ausheben der Luppe. Es zieht ein Arbeiter die Arbeitsthür rasch auf, ein zweiter fasst die Luppe mit einer Zange, hebt sie schnell auf die Arbeitsbank und von da auf einen eisernen Wagen, welchen ein dritter Arbeiter zur Zängevorrichtung (S. 514) fährt. Während des Zängens werden die übrigen Luppen bei zur Hälfte geschlossenem Temper fortwährend gewandt, damit sie nicht einseitig gaarer werden, damit kleine lose Eisentheilchen anschweissen und die Luppen sich mit einer Schlackenhülle überkleiden, welche beim Zängen die Einwirkung der Luft schwächt.

Zuweilen bringt man, z. B. bei 4 Luppen, die erste und zweite an die Feuerbrücke, die dritte und vierte an die Fuchsbrücke, davon die erste und dritte auf die Arbeitsseite und rollt dann die letzte Luppe auf dem ganzen Herde herum.

Zängen.

6) Zängen der Luppe. Zum Ausquetschen der Schlacken und zum Verdichten des Eisens bringt man die Luppe unter eine Zängevorrichtung (S. 514), am besten unter einen Hammer (S. 514), indem man immer die grösste Axe aufrecht stellt (Stauchen der Luppe), die Luppe von allen Seiten gleichmässig bearbeitet und ihr eine prismatische oder 6eckige Form gibt. Gute Luppen haben eine lichte Farbe, enthalten die gehörige Schlackenmenge (sind saftig) und leisten den Hammerschlägen wenig Widerstand. Die gezängten Luppen (Kolben, Masseln) zeigen nach dem Erkalten im gaaren Zustande eine glatte, gleichförmige Oberfläche. Rohe oder unreine Luppen gehen unter dem Hammer entzwei oder haben, wenn sie nicht in solchem Grade roh sind, nach dem Erkalten ein schiefriges, rissiges

Ansehn, welches aber auch bei guten Kolben hervortreten kann, wenn sie zu lange behämmert waren. Selten sind die Kolben ganz frei von Rissen, welche durch das Schweissen weggeschafft werden. Damit sich die Schlacke möglichst vollständig auspresst, müssen nicht zu breite Hämmer angewandt und zuerst die mittleren, nicht die äusseren Theile der Luppe ganz gemacht werden. Besitzt die gezängte und gestauchte Luppe noch eine gute Kernhitze, so kann sie, nochmals nachgewärmt (Buchscheiden), vortheilhaft sofort zusammengeschlagen und zu fertigem Grobeisen ausgewalzt werden. In der Regel werden aber die Luppen nach dem Zängen ohne Weiteres dem Walzwerk übergeben. Wo das Luppeneisen nicht zu Rohschienen ausgewalzt und diese paquetirt werden sollen, ist es viel besser, die Luppenstücke tüchtig auszuschweissen und sie zu ordinairem Eisen auszuwalzen.

Ausweis.

Das Herausarbeiten der Luppen dauert je nach der Grösse des Einsatzes $1/4$ — $1/2$ Stunde, so dass eine Charge im Ganzen $1\,1/2$—2 Stunden Zeit erfordert, also in 12 Stunden 6 — 8 Chargen gemacht werden können. Von dem Brennmaterialverbrauche bei Puddeln war S. 487 die Rede. Eisenabbrand 6—16 %; wöchentliche Production bei einem einfachen Ofen bis über 400 Ctr., bei einem Doppelofen bis über 700 Ctr. Die grosse Production (23,6 — 34,49 Ctr. in 12 Stunden mit 10,65—8,65 Scheffel Kohlen) im südlichen Frankreich [1]) ist den Vorwärmherden, der Puddelmethode, der Intelligenz der Arbeiter und der guten Qualität des Roheisens zuzuschreiben. Die Auszahlung von Prämien [2]) an die Arbeiter für ersparte Kohlen und Verringerung des Eisenverlustes empfiehlt sich sehr.

Verschiedene Ofengänge.

Der Gaargang, welcher in der oben angegebenen Weise verläuft, kann unter Umständen in einen Rohgang und übergaaren Gang sich umwandeln.

Rohgang.

Den Rohgang kann veranlassen:

a) ein sehr rohschmelziges Roheisen, welches dünn einschmilzt, schwer gerinnt und wegen langsamer Oxydation dunkel und matt erscheint. Durch Zuthun von Gaarschlacke

---

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 16.

2) B. u. h. Ztg. 1863. S. 16, 140.

und etwas Abkühlenlassen vor dem Rühren kann man zwar entgegen wirken, aber nur mit grossen Eisenverlusten, weshalb man bei der nächsten Charge wirksamer eine bessere Roheisenmischung anwendet.

b) eine zu rohe Schlacke, welche man wohl durch Wassergiessen ansteift, dabei aber leicht Herd und Bodenplatte beschädigt; besser ist ein Zusatz von mit Wasser angefeuchtetem Hammerschlag.

c) eine Vergrösserung der Ofendimensionen, namentlich der Esse und des Fuchses, sowie ein Ausbrennen des Herdgewölbes. Im letzeren Falle geht der Luftzug mehr am Gewölbe hin, das Eisen wird weniger davon getroffen, gaart langsamer und bleibt leicht roh.

Uebergaarer Gang.

Uebergaarer Gang tritt ein, wenn ein schon gaarschmelziges Eisen noch mit viel Gaarschlacke behandelt wird; durch die energische Oxydation erzeugt sich eine zu grosse Hitze im Ofen, es frischt zu rasch und in Folge dessen entsteht grosser Eisenverlust und bei nicht ganz reinem Roheisen ein schlechtes Product. Gegenmittel sind Zuschläge von Rohschlacken und Herabstimmung der Temperatur mittelst mehr geschlossenen Tempers.

Schürperioden.

Man sucht während des Prozesses für das Schüren einen Zeitpunct zu treffen, wo der Ofen Abkühlung vertragen kann, z. B. nach dem Rostreinigen beim Anfange des Prozesses, in der ersten Periode des Einschmelzens, während des Rührens und nach Vollendung der Luppen. Geschickte Arbeiter wissen aber auch ausser diesen Zeitpuncten durch öftere kleine Schürungen die Temperatur richtig zu leiten. Die Arbeiten beim Schüren bestehen entweder in einem Ausräumen der Asche, indem man einige Roststäbe herausnimmt und die andern sämmtlich zur Seite schiebt (Rösten), und in dem Durchschlagen, wobei man die Roststäbe etwas von einander schiebt und dazwischen hindurch mit dem Spiess durch die Kohlen fährt, sobald die Flamme im Herd zu kurz wird.

Beispiele.

Auf verschiedenen Werken hat man beim Puddeln nachstehende Resultate erhalten:

Steinkohlenpuddeln.

A. Puddeln mit Steinkohlen (S. 487).

Königshütte.

1) Königshütte am Harz.[1]) Einsatz $2\frac{1}{2}$ Ctr. graues gaares und $1\frac{1}{2}$ Ctr. weisses Roheisen in den auf Taf. V. Fig. 133—137 abgebildeten Oefen; Dauer des Herdzurechtmachens und Chargirens 4, Einschmelzen 32, Rühren 33, Durchschlagen, Wenden und Ballen 22, Luppendrücken 10 und Zängen unter 6—7 Ctr. schweren Aufwerfhämmern 7 Min., zusammen 1 Stunde 48 Min. Man macht in 24 Stunden 12 bis 13 Chargen à 6—8 Luppen. Ausbringen 87,7 % Luppeneisen, pro 12stündige Schicht 20—21 Ctr.; Kohlenverbrauch pro Ctr. Roheisen 2,08 Cbfss. = 83,2 Pfd., pro Ctr. Luppeneisen 2,4 Cbfss. = 96 Pfd. Das Luppeneisen wird in Schweissfeuern (S. 463) ausgeheizt und unter Walzen, Aufwerf- und Schwanzhämmern ausgereckt und verfeinert (Stabeisen, Krauseisen, Modelleisen, Gewehrplatinen, Bandeisen, Bohreisen, Gittereisen, Seileisen, Draht, Wagenaxen). 4 Arbeiter beim einfachen Puddelofen in einer 12stündigen Schicht.

Phönixhütte.

2) Phönixhütte in Ruhrort.[2]) Einsatz 450 Pfd. Ausbringen 385—390 Pfd.; 120—140 Pfd. Kohlenverbrauch auf 100 Pfd. Zaggel; 5—10 Chargen, je nachdem mit ganz grauem, halbirtem oder weissem Eisen gearbeitet wird, meist 7—8 Chargen bei $\frac{2}{3}$ grauem und $\frac{1}{3}$ Feineisen behuf Darstellung von sehnigem Eisen.

England und Schottland.

3) England und Schottland.[3]) In Staffordshire machen 2 Arbeiter in 12 Stunden 5—7 Chargen à 4—$4\frac{1}{2}$ Ctr. graues Eisen oder solches im Gemenge mit $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4}$ Feineisen; Eisenabgang 7—10%; Brennmaterialverbrauch 1—1,1 Tonne für 1 Tonne Luppeneisen; 1 Hammer versorgt 11—12 Puddelöfen. Während die wöchentliche Production eines einfachen Puddelofens durchschnittlich 18 Tons, eines Doppelofens 36 Tons beträgt, liefern die Staffordshirer Puddelöfen wegen kurzer Betriebszeit und langsamerer Arbeit weniger, in Doppelöfen etwa 28 Tons. Die höchste

1) Muspratt-Stohmann's chem. Technologie. III, 299.

2) Bauliche Anlagen auf den Berg-, Hütten- und Salinenwerken in Preussen. III. Jahrg. 1. Lief. — Puddelwerk zu Eschweiler ibid. II. Jahrg. 1. Lief.

3) Gruner et Lan, Métallurgie du fer en Angleterre. 1862. p. 469. — Truran, britisches Eisenhüttengewerbe, deutsch v. Hartmann. 1864. S. 318.

Production in Doppelöfen sind 46 Tons. — Schottland. Bei schwarzgrauem ungefeinten Roheisen macht man in 12 Stunden 4—5 Chargen bei 15—18 % Verlust und 25—26 Ctr. Kohlen auf 20 Ctr. Luppeneisen. Beim theilweisen Feinen des schwarzgrauen Roheisens und nachherigen Verpuddeln des Feineisens mit Zusatz von rohem Eisen verbraucht man zwar fast ebensoviel Brennstoff, als beim Puddeln von nur rohem Eisen, aber die Arbeit geht rascher und leichter, desgleichen bei Zusatz von Cumberland- und Lancashire-Roheisen, wie folgende Beispiele zeigen. Charge: $\frac{1}{2}$ bis $\frac{1}{4}$ Ctr. Feineisen und $\frac{3}{4}$ Ctr. graues Eisen No. 4, 6 — 7 Chargen in 12 Stunden, Abgang 8 — 10 %, 19 — 20 Ctr. Kohlen auf 20 Ctr. Luppeneisen; Feineisen für sich 7 Chargen à 4 Ctr. in 12 Stunden, Eisenabgang 7 — 8 %, Steinkohlenverbrauch wie beim vorigen. Das schottische schwarzgraue Roheisen aus Kohleneisensteinen schmilzt bei niedriger Temperatur, frischt wegen seines grossen Kohlengehaltes und bei seiner Dünnflüssigkeit langsam, enthält häufig Schwefel und lässt sich deshalb nur bei grossem Eisenabgang verpuddeln. — Cleveland und Durham: in 12 Stunden 6 bis 7 Chargen à 4—4$\frac{1}{2}$ Ctr. Grau- und Feineisen, 24—27 Ctr. Kohle auf 20 Ctr. Luppeneisen, Eisenabgang 8—10 %.

Belgien.

4) Belgien. Man puddelt Chargen von 230 Kil. grauem Roheisen in 2$\frac{1}{4}$ — 2$\frac{3}{4}$, von weissem in 1$\frac{3}{4}$ — 2$\frac{1}{4}$ und von Feineisen in 1$\frac{1}{2}$ — 2 Stunden bei 7 – 10 % Abgang und 1000 Kil. Steinkohlen auf 1000 Kil. Rohschienen.

Braunkohlenpuddeln. Leoben.

B. Puddeln mit Braunkohlen (S. 488).

Zu Leoben[1]) (S. 488) werden 4 Ctr. gaarschmelziges weisses, zum Theil luckiges Eisen gelbglühend vom Vorwärmherd in die Mitte des Ofens geschoben, nach 5 Min. zum ersten, 5—10 Min. später zum zweiten Male gewandt, wobei es in Brocken zerfällt, dann zerklopft, durchgerührt und, wenn es breiartig geworden, je nach dem Grade der Flüssigkeit Zängeoder Walzschlacke zugesetzt. Unter stetem Hin- und Herschieben der breiigen Masse steigt die Schlacke schnell, das Eisen gaart rasch und tritt nach dem dritten Haken aus der Schlacke hervor. Dasselbe wird dann einmal gewandt, eingetheilt, ge-

1) Mannichfaltigkeit des Puddelbetriebes auf Oesterreichischen Werken: Leoben. Jahrb. VI, 791.

ballt, die Luppen nach kurzer Hitze unter einem 12 Ctr. schweren Schwanzhammer gezängt, zwischen Luppenwalzen zu Rohschienen ausgereckt, diese rothwarm zerschnitten, paquetirt und im Grob- oder Feineisenwalzwerk weiter verarbeitet. Man erhält gewöhnlich 4 Luppen bei 90—94 % Ausbringen und 110—120 Kohlenverbrauch pro Ctr. Luppeneisen in 60 Min., nämlich Einsetzen und Schüren 5, Einschmelzen 15, Eintheilen, Wenden und Ballen 20, Zängen 5 Min. In 12 Stunden machen 1 Meister, 2 Gehülfen und 1 Schürer 9—10 Chargen. Beim Schweissen setzt man 9 Ctr. vorgewärmte Paquete ein, welche in etwa 25 Minuten schweisswarm sind; Abbrand je nach der Feine des Products 15—20%, Kohlenverbrauch pro Ctr. Fabrikat 100—110 Pfd.

Franzenshütte. Zur Franzenshütte beträgt der Einsatz 4 Ctr. strahlige und grossluckige Vordernberger Flossen von 1½ Zoll Dicke und 80—110 Pfd. Gewicht; Einschmelzen 25 Min., Einmengen von 40—50 Pfd. Puddelsinter etc. und Rühren 15—20 Min., Umsetzen 6 Min., Luppenmachen 10 Min. (4 Luppen), Zängen der Luppen unter 16 Ctr. schweren Patschhämmern bei 3 Fuss Hub mittelst 24—30 Schlägen, Auswalzen der Masseln unter einem Luppenwalzwerk zu quadratischen Stäben von 3 Zoll Seitenlänge und Zerschneiden derselben in 2 Fuss lange Stücke. Ein Herd hält 6—10 Wochen; das Einschmelzen eines Bodens dauert 9—12 Stunden bei einem Aufwand von 7 Ctr. Gruskohlen und 3,5 Ctr. Stückkohlen, das Anheizen erfordert 20 Ctr. Gruskohlen und im Uebrigen braucht man pro Schicht 37,5 Ctr. Kohlen, wovon ⅔ Grus und ⅓ zerschlagene Stückkohlen (Braschen). Eisenabgang 6,6%.

Torfpuddeln. C. Puddeln mit Torf (S. 488).

Maximilianshütte. Zur Maximilianshütte (S. 488) braucht man bei einer Wochenproduction von 350 Ctr. auf 1 Ctr. Luppen 14,5 Cbfss Torf.

Holzpuddeln. D. Puddeln mit Holz (S. 489).

Schweden. Zu Surahammer und Nyby in Schweden werden in Doppelpuddelöfen in 12 Stunden 6 Chargen von 600—700 Pfund halbirtem Roheisen bei 6—7% Eisenabgang und 10 bis 14 Cbfss. Scheitholzverbrauch pro 100 Pfd. Luppeneisen verarbeitet. Das Schweissen geschieht entweder im Eck-

MANN'schen Gasschweissofen (S. 496) oder in Steinkohlenschweissöfen, je nach der Grösse der Paquete.

Braunkohlengaspuddeln. Prävali.

E. Puddeln mit Braunkohlengasen (S. 493).

Zu Prävali (S. 488, 493, 502) werden in Doppelöfen in 24 St. 12—14 Chargen à 8—9 Ctr. weisses Roheisen verpuddelt bei 9—10 % Abgang und einem Verbrauch von 122 bis 140 Pfd. Braunkohlen auf 100 Pfd. Luppeneisen. Beim Schweissen gehen auf 100 Pfd. Luppeneisen 126—129 Pfd. Kohlen bei 11,6—13 % Abgang.

Krems.

Zu Krems (S. 488) erzeugt man in Doppelpuddelöfen in 24 Stunden 83,86 Ctr. gewalztes Luppeneisen bei $6^3/_4$ % Abgang und 116 Pfd. Kohlenverbrauch; die Schweissöfen liefern in derselben Zeit 66,87 Ctr. Materialeisen bei 15,84 % Abbrand und 170 Pfd. Kohlenverbrauch.

Torfgasfeuerung. Freudenberg.

F. Puddeln mit Torfgasen (S. 492).

Zu Nothburgahütte bei Freudenberg (S. 492) gibt man im Doppelpuddelofen Einsätze von 8 Ctr. vorgewärmtem weissen, theils luckigen Roheisen; Einsetzen 5, Einschmelzen 25, Rühren 15, Gaarmachen 15, Zängen 15 Min., zusammen 1 Stunde 15 Minuten; pro Ctr. Puddeleisen 10 bis 12 Cbfss. gedarrten Torf und 1 Cbfss. Holz, 94 % Ausbringen (zu Mandelholz am Harz 30 Cbfss. Torf und 90 % Ausbringen). Die unter dem Dampfhammer gezängten Luppen werden zu Rohschienen ausgewalzt.

Buchscheiden.

Zu Buchscheiden bei Klagenfurt (S. 492) werden 8 Ctr. vorgewärmtes weisses und halbirtes Eisen schon in den Puddelofen geschoben, während noch einige Luppen darin sind, in 30 Min. eingeschmolzen, wenn kaum breiig, mit Schlacke versetzt, der Verbrennungswind ganz abgestellt, nach dem zweiten Haken der Wind wieder verstärkt, die Masse 2 Mal gewandt, eingetheilt, geballt, unter 12 Ctr. schweren Schwanzhämmern gezängt und 4 Luppen in den Ofen zurückgebracht, während die letzten 8 gleich nach dem Zängen zu Rohschienen verwalzt werden. Chargendauer $1^3/_4$ Stunden; Ausbringen an Rohschienen 92—94 %; Torfverbrauch auf 1 Ctr. Puddeleisen 14—18 Cbfss.; Dauer der Schicht von 3 Chargen 5—$5^1/_2$ Stunden. — Einsatz für die mit gedarrtem Torf (I. 199) und Holz gespeisten Schweissöfen 3 Paquete = 1515 Pfd., nach 1stündiger Hitze ausge-

walzt und ¾ Stunden später zu Schienen ausgereckt. In 24 Stunden 10 Ladungen; Abbrand 15%; Verbrauch an Torf 12 — 18 Cbfss. pro Ctr. und 1½ Klafter Holz für 10 Ladungen.

Holzgasfeuerung.

G. Feuerung mit Holzgasen (S. 491).

Zorge.

Zu Zorge (S. 491) bringt man aus grauem Holzkohlenroheisen à Charge 4 Ctr. 83% Luppeneisen bei 17% Abgang und 10—13 Cbfss. Holz auf 100 Pfd. Luppeneisen aus. Das Zängen geschieht unter einem 53 Ctr. schweren Aufwerfhammer mit 70 Schlägen pro Min. und 20 Z. Hubhöhe.

Das Luppeneisen wird in Schweissfeuern (S. 463) angewärmt und unter Aufwerf- und Schwanzhämmern ausgereckt.

Lippitzbach.

Zu Lippitzbach (S. 491) liefern in Doppelöfen 476 Kil. Roheisen in 1¾—2 Stunden etwa 455 Kil. Rohschienen und es geht auf 1 Ton. der letzteren 1,047 Ton. Roheisen und 1,011 Ton. gedarrtes Holz (I. 200). Das Schweissen geschieht in Holzgasöfen, wobei man auf 1 Tonne fertiges Eisen 1,187 Ton. Rohschienen und 1,3 Ton. Holz verbraucht. — 8 Ctr. weisses und graues Roheisen geben in 1½ Stunden 95—96% Luppeneisen mit 4 Cbfss. gedarrtem Holz pro Ctr. davon; Wochenproduction 400—420 Ctr.

Neuberg.

Zu Neuberg erhält man von 8 Ctr. weissem oder halbirtem Eisen in 2 Stunden 94—95% Ausbringen mit 5 Cbfss. rohem Holz pro Ctr. Luppeneisen. Wochenproduction 290 bis 400 Ctr.

II. Puddeln auf Feinkorneisen.

Abweichungen.

Dieser Prozess unterscheidet sich vom Puddeln auf sehniges Eisen hauptsächlich in nachstehenden Puncten [1]):

1) Da das durch seine Gleichförmigkeit, Ganzheit und Widerstandsfähigkeit nach allen Seiten ausgezeichnete Feinkorneisen einen grösseren Kohlenstoffgehalt hat (S. 422), als sehniges, so verläuft bei ersterem der Prozess im Allgemeinen rascher, und weil in Folge dessen schädliche Bestand-

1) Berggeist 1861. No. 78. — B. u. h. Ztg. 1859. S. 150, 390; 1860. S. 149, 399. — Schles. Wochenschr. 1859. No. 50. — Leoben. Jahrb. VIII, 161.

theile nicht die erforderliche Zeit zu ihrer Abscheidung haben, so muss man ein besseres Roheisen [1]) (weisses strahliges bis spiegliges oder reines graues Holzkohlenroheisen) anwenden. Man verarbeitet auch bei kaltem Winde erblasenes gefeintes Koksroheisen seltener für sich (Low Moor), als wegen seiner schwierigen Behandlung (S. 484) im Gemenge mit grauen gaaren oder halbirten Roheisensorten. Müssen weniger reine Eisensorten benutzt werden, so hat man den Frischprozess künstlich zu verzögern, z. B. durch Anwendung roherer Schlacken und höherer Temperaturen und reinigende Zuschläge (SCHAFHÄUTL'sches Pulver) zu geben. Ein Mangangehalt des Roheisens (S. 486) erzeugt eine dünnflüssige Schlacke, verzögert die Entkohlung, indem diese das Eisen gegen Luftzutritt abschliesst, und trägt zur Reinigung des Products bei. Hierdurch erklärt es sich, dass namentlich die manganhaltigen Eisensorten sich zur Darstellung des Feinkorneisens besonders eignen.

2) Man nimmt zuweilen kleinere Einsätze, welche sich sicherer handhaben lassen, besonders von dem schwierig zu behandelnden Feineisen (zu Low Moor nur 2 Ctr., zu Vierzon 180 Kil.), welches zur Versetzung in den gehörigen Flüssigkeitsgrad eines bedeutenden Brennmaterialaufwandes bedarf (zu Low Moor auf 200 Pfd. Feineisen 300 Pfd. Steinkohlen). Mit Anwendung kleiner Posten erhöhen sich die Kosten.

3) Zur Verlangsamung der Entkohlung wird der Prozess mit einer grösseren Menge roherer Schlacken durchgeführt, welche auch den Zutritt der Luft zum Eisen beeinträchtigt. In Folge dessen bildet sich weniger Eisenoxyduloxyd (S. 531) und die Schlacke bleibt ärmer daran. (Eine geringe Menge stark basischer, an Eisenoxyduloxyd reicher Schlacken begünstigt im Gegensatz hierzu die Entstehung von kohlenstoffärmerem sehnigen Eisen.) Die Qualität und grössere Quantität der Schlacken macht einen tieferen Herd mit Wasserkühlung erforderlich (Alvenslebenhütte, S. 501). Damit die Luft weniger energisch auf die Schmelzmasse einwirkt, gibt man dem Ofen eine etwas grössere Gewölbhöhe und

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 150.

lässt bei Anwendung einer Gasfeuerung den Wind mehr parallel mit dem Gewölbe, als stechend aufs Metallbad gehen. In Staffordshire wendet man gesaigerte Schlacken als Zuschlag an, welche phosphorfreier sind (S. 81).

4) Ein längeres (2—3 Haken oder ¼ Stunde mehr) und fleissiges Durchrühren zur Erzeugung eines möglichst gleichförmigen Products, was eine höhere Temperatur beim Einschmelzen und Rühren erheischt, als bei sehnigem Eisen, in Folge dessen die Oefen [1]) einen bedeutenden Zug haben müssen. In der Gaarungsperiode wendet man bei mehr geschlossenem Temper und hinreichender Kohlenschicht auf dem Roste eine mehr reducirende Flamme an, während sie beim sehnigen Eisen eine oxydirende ist; bei Gasfeuerung stellt man in der Gaarungsperiode den Oberwind ab. Das Umsetzen geschieht meist nur einmal, dann das Luppenmachen und Herausholen der Luppen rasch, wodurch die längere Rührperiode mehr oder weniger wieder eingebracht wird. Auch fertigt man wohl die Luppen in der Weise hinter einander an, dass die eine unter den Hammer kommt, während die folgende noch im Entstehen ist.

Gewöhnlich werden weniger, aber grössere Luppen, als beim sehnigen Eisen gemacht, was auch auf die Entkohlung von Einfluss ist. Das Zängen der Luppen unter dem Hammer wird mit grösserer Vorsicht weiter getrieben und das Auswalzen geschieht bei anfangs mehr geöffneten Calibern. Beim Ausschweissen der Rohschienen ist sehr hohe Temperatur erforderlich. Man erzeugt härteres und weicheres Feinkorn von feinerem und gröberem Korn. Hängt gleich die Feinheit des Kornes hauptsächlich vom Kohlenstoffgehalt und der Härte des Eisens ab, so übt auf dieselbe doch auch der Hitzgrad bei der Bearbeitung, sowie das raschere oder langsamere Abkühlen nach derselben einen Einfluss aus. Walzeisen hat gewöhnlich ein gleichmässigeres Korn, als gehämmertes Eisen, wegen der gleichmässigeren mechanischen Bearbeitung unter den Walzen.

Nicht zu verwechseln mit dem Feinkorneisen ist das für die Schienenfabrikation producirte harte, phosphorhaltige

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 149.

Grobkorn-Stabeisen, welches aus einem unreineren Roheisen bei Zusatz von mehr rohen Schlacken, zuweilen Sand oder gemahlenen Ziegelstücken, bei niedrigerer Temperatur erzeugt wird.

Bei Darstellung des Feinkorneisens auf verschiedenen Hütten hat man nachstehende Resultate erhalten: — Beispiele.

1) Zu Alvenslebenhütte[1]) in Schlesien. Man verpuddelt pro Charge ein Gemenge von 250 Pfd. grauem und 150 Pfd. gefeintem Roheisen = 4 Ctr. im Trockenpuddelofen (S. 502) auf sehniges und im Schlackenpuddelofen (S 501) auf Feinkorneisen und erhält dabei nachstehende Resultate: — Alvenslebenhütte.

		Trockenpuddeln.	Schlackenpuddeln.
Chargiren und Schmelzen	Min.	40	40
Arbeiten mit 4—5 Kratzen (Haken)	„	30	30
Durcharbeiten mit dem Spitz	„	15	25
Ballen und Luppenmachen	„	10	20
Wegführen zum Hammer u. Ausschmieden	„	15	15
Ganze Dauer	„	110	130
Eisenverlust	%	9	14—16
Chargenzahl in 12 Stunden	Min.	6—7	5—6
Kohlenverbrauch proCtr.Feinkornschienen	Ton.	—	0,44—0,45

2) Pielahütte[2]) in Oberschlesien: in 12 Stunden 6 Chargen à 400 Pfd. mit 9—10 % Abgang. — Pielahütte.

3) Low Moor[3]): in 12 Stunden 9 Chargen à 200 Pfd. gefeintes, bei kalter Luft erblasenes Koksroheisen bei nur 3 Fuss breiten Herden; Abbrand 4%; Kohlenverbrauch 300 Pfd. auf 200 Pfd. Feineisen; sorgfältiges Sortiren des unter einem schweren Dampfhammer ausgereckten Eisens. — Low Moor.

4) Vierzon[4]): in 12 Stunden 4—5 Chargen à 180 Kil. graues manganhaltiges Roheisen; 5 % Abbrand; 1120 bis 1360 Kil. Steinkohlen auf 750—800 Kil. Feinkorneisen. — Vierzon.

1) Berggeist 1861. No. 78. — Hartmann, Fortschr. V, 195. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 399; 1862. S. 185. — Schles. Wochenschr. 1859. No. 50.

2) Leoben. Jahrb. VIII, 168.

3) Preuss. Ztschr. IV, 217; IX, 286. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 142, 156. — Hartm., Fortschr. I, 271; VI, 223. — Leoben. Jahrb. 1852. II, 127; 1863. XII, 44. — Gruner et Lan, état présent etc. p. 481.

4) B. u. h. Ztg. 1860. S. 170.

Bei sehnigem Eisen: 7 Chargen à 180 Kil. in 12 Stunden; Abbrand 8–8½ %; Brennmaterialverbrauch derselbe.

Producte vom Puddeln.

Man erhält beim Puddeln nachstehende Producte:

Luppeneisen.

1) Sehniges (S. 422) und Feinkorneisen (S. 422) als Kolben von den angegebenen Eigenschaften. Dieselben werden in Schweissfeuern oder Schweissöfen bei Anwendung von Hämmern und Walzwerken ausgeheizt und seltener unter Hämmern als unter Walzen weiter in die erforderliche Form gebracht. Man unterscheidet z. B. in England [1]) von weichem Stabeisen je nach seiner Qualität folgende 8 Sorten: *common* oder No. 1, *best* oder No. 2, *best best* oder No. 3, *best scrap iron* (Abfalleisen, paquetirt), *charcoal bars* (Holzkohlenstabeisen), *Low Moor* Eisen No. 1, 2 und 3.

Gaarschlacken.

2) Gaarschlacken von den Bd. I. S. 866 beschriebenen Eigenschaften; sie werden zum grossen Theil beim Puddeln consumirt, sonst am zweckmässigsten nach LANG und FREY's Methode (S. 82) auf Roheisen verschmolzen. Die Zängeschlacken sind Gaarschlacken, gemengt mit Hammerschlag, und vortreffliche Gaarungsmittel.

Rohschlacken.

3) Rohschlacken, Bd. I. S. 865 näher characterisirt. Sie fliessen während des Rührens aus der Arbeitsöffnung und über die Fuchsbrücke, setzen sich an dem Rührhaken an und werden davon als sogenannte Gezähschlacke abgeschlagen, nöthigenfalls auch, wenn davon zu viel im Herde ist, durch das Lachtloch abgestochen. Werden seltener, als die Gaarschlacken benutzt.

Man erzeugt in Wales aus Puddel- und Schweissofenschlacken die schlechteste Eisensorte, das Schiffsballast-Eisen [2]) (S. 82), in Schottland solches von etwas besserer Qualität aus Erzen.

Puddelsauen.

4) Puddelsauen, Schaalenansätze im Herde, bis zu Stabeisen entkohltes Eisen; wird beim Puddeln zugesetzt oder für sich mit altem Schmiedeeisen oder Schmiedeeisenabfällen unter den S. 481 angegebenen Modificationen verarbeitet. Auch wird aus altem und Abfalleisen mit-

---

1) Leoben. Jahrb. 1852. II, 122.

2) Ibid. S. 118.

telst Schweisspaqueten oft ein ausgezeichnetes Stabeisen (Kettenglieder, Panzerplatten) dargestellt [Annahütte[1]) bei Königsberg, Rotherhithe[2]) in London], so namentlich aus alten Eisenbahnschienen, welche nach dem Zerschneiden paquetirt, ausgeheizt und zu Platten gewalzt werden, welche man abermals für sich oder mit Eisenabfällen paquetirt, schweisst und zu fertigen Schienen auswalzt.

Zweck.

§. 93. Schweissen der gezängten Luppen (Kolben, Zaggel, Zackeln). Die Kolben, welche je nach der Grösse des zu erzielenden Gegenstandes in mehrere Stücke (Luppenstücke) getheilt sein können, sind meist unganz, mehr oder wenig rissig, von ungleichmässiger Beschaffenheit und noch mit Schlacke gemengt. Sie bedürfen deshalb, um sie ganz homogen und dicht zu machen, einer wiederholten Behandlung in sehr starker Weissglühhitze unter jedesmaliger mechanischer Bearbeitung, am wirksamsten unter Hämmern (S. 514), wodurch auch die Festigkeit zunimmt. Gleichzeitig geben sich beim Schweissen der Kolben rohe Stellen, Schlackeneinschlüsse etc. zu erkennen und lassen sich wegschaffen, sowie auch, wie die analytischen Untersuchungen von ANDREE[3]) und CALVERT und JOHNSTON (I. 703) ergeben, durch oxydirende Einwirkung der in den Kolben eingeschlossenen Gaarschlacke beim Schweissen ein noch vorhandener geringer Gehalt an Silicium, Phosphor, Mangan und Schwefel ausgeschieden wird. Zur Verhütung eines zu grossen Eisenverlustes durch Oxydation von Eisen in der Schweisshitze und beim mechanischen Bearbeiten schützt man dasselbe durch Ueberstreuen mit Schweisssand, welcher mit dem oxydirten Eisen eine schützende Schlackenhülle bildet.

Schweissmethoden.

Sollen die Gegenstände demnächst zu geringeren Dimensionen ausgereckt werden, wobei sie mehr Gleichartigkeit erhalten, oder schaden Schweissnäthe, so schweisst man ein

---

1) Bgwfd. XVIII, 533.

2) Leoben. Jahrb. 1863. XII, 48.

3) Berggeist 1860. S. 531. — Oesterr. Ztschr. 1860. No. 14. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 222. — MÄURER, Maass- und Gewichtsverhältnisse etc. (Siehe S. 483).

gutes Eisen am besten aus dem Ganzen, weil dabei weniger Schweissnäthe erfolgen; wenn solche nicht nachtheilig sind, so kann man zur Erzeugung von groben Waaren mit grösserem Querschnitt, um Gleichartigkeit zu erzielen, mindere Eisensorten paquetiren[1]), d. h. die Luppen zu Rohschienen oder Platten (*stamps*) auswalzen, davon mehrere dicht auf und neben einander oder kreuzweise legen, das Paquet mit Drahtringen oder Bügeln zusammenbinden und ausheizen. Nach der Bearbeitung des Paquetes unter Hammer oder Walzen kann diese Operation noch mehrmals wiederholt werden, wobei zuletzt Paquete von über 100 Ctr. erfolgen können. Bei solchen grösseren Gegenständen, z. B. bei Panzerplatten bis zu 260 Ctr. (S. 521), Krummzapfen bis 500 Ctr. Gewicht, combinirt man zweckmässig die Wirkung des Hammers und der Walzen (Low Moor, S. 521). Soll Eisen von verschiedenen Eigenschaften an einzelnen Stellen des Stücks erfolgen (Rails, Eisenbahnschienen[2])], so ordnet man die einzelnen Eisensorten (z. B. sehniges und körniges) in den Paqueten dem entsprechend an, nimmt auch sonst wohl kleinere Stücke in deren Mitte.

Der Abgang beim Schweissen (10—20%) richtet sich hauptsächlich danach, ob die Schlacke beim Zängen der Luppe mehr oder weniger vollständig ausgequetscht ist. Bei Anwendung von Quetschen oder zu behutsamen Schlägen eines Dampfhammers kann beim Puddeln (S. 538) der Abgang auf 6% herabgehen, in Folge eines Schlackenrückhalts im Eisen. Auf den Harzer Hütten erhält man beim Puddeln oft 10—15% Abgang, hat dann aber beim Schweissen minderen Verlust. Wo Rohschienen gemacht werden, kommt es weniger auf die Auspressung der Schlacke an, indem beim Schweissen der Paquete nochmals Gelegenheit zum Austreiben derselben gegeben ist. Für rohes Puddeleisen hält man wohl der Nachgaarung beim Schweissen wegen einen grösseren Schlackenrückhalt für vortheilhaft.

1) Paquetbildung: Hartm., Fortschr. III, 275. — Leoben. Jahrb. 1863. XII, 50.
2) Hartm., Fortschr. I, 392.

Das Schweissen geschieht in Schweissfeuern oder in Schweissöfen.

Schweissvorrichtungen.

A. Schweissen in Schweissfeuern.

Schweissfeuerbetrieb.

Dieses Verfahren wird bei einem nur beschränkten Betriebe, meist auf kleinern Werken angewandt, welche vom Herdfrischen zum Puddeln übergegangen sind (Siegen, Harz etc., S. 435), und zwar zieht man die überwölbten Schweissfeuer (S. 463) mit Steinkohlen- und Koksfeuerung den offenen vor. Man hat dem Königshütter Schweissfeuer eine von der Bd. I. Taf. VI. Fig. 145, 146 dargestellten etwas abweichende Construction gegeben. Die Flamme zieht jetzt aus dem Feuerraum *A* durch einen 16 Zoll langen und 7 Z. hohen Hals, in welchen durch eine Thür die vorzuwärmenden Kolben eingebracht werden, in einen 3 Fuss langen, 2 F. breiten und 1 F. hohen, ebenfalls mit einer Thür versehenen Glühofen und von da in eine kleine 3 F. hohe und 6 Z. weite Esse. Die $1\frac{1}{4}$ Z. breite und $\frac{3}{4}$ Z. hohe halbkreisförmige Düse liegt horizontal in der horizontalen Form und der Boden des Feuers wird aus feuchtem Sand aufgestampft. Bei 1,2629 Q.-Z. Düsenquerschnitt und 14 Lin. Quecksilberpressung erhält das Feuer 126 Cbfss. Wind pro Min.

Beispiel.

Das Schweissverfahren auf den Oberharzer Hütten (Rothe- und Königshütte) ist nachstehendes: Man füllt die Feuergrube mit einem angefeuchteten Gemenge von gleichen Volumtheilen Waschkohlen und Cindern an, gibt schwachen Wind, bringt den Kolben mit einer Wärmzange $2\frac{1}{2}$ — 3 Zoll über den Wind und bedeckt ihn mit Brennmaterial, welches alsbald beim Verkoken ein Gewölbe bildet. Der Wind geht unter dem Kolben durch, prallt an der Gichtzackenseite ab, umspielt den Kolben und entweicht an der Formseite durch eine im Kohlengewölbe gelassene Oeffnung in den Hals des Glühofens. Sobald der Kolben rothwarm geworden, wendet man ihn um, drückt ihn bei verstärktem Winde etwas nieder, wendet wieder, wenn die untere Seite helle Gluth zeigt, drückt ihn dabei noch tiefer, gibt dem Wind volle Kraft, lässt den Kolben einige Zeit in der grössten Hitze, bestreut ihn mit Schweisssand, wendet ihn zum letzten Male, drückt ihn dabei einen Augenblick fest in den Wind-

strom nieder und bringt ihn dann unter den Hammer, wo er bis auf einen kleinen Kolben am Ende ausgereckt wird. Nach jedem Wenden wird das aufgelockerte Brennmaterial wieder dicht um den Kolben herumgerückt und dahinter frische Kohle aufgegeben.

Ein guter gaarer Kolben zeigt helle Gluth und glatte Oberfläche, ein noch theilweise roher dagegen ein ungleiches Leuchten an verschiedenen Stellen, eine flimmernde Gluth. In solchem Falle gibt man dem Winde eine schwächere Pressung, damit in Folge der verminderten Hitze die rohen Stellen gaaren und nicht ausschmelzen; bei zu starkem Winde würde letzteres eintreten und die gaaren Theile zu weit entkohlt, verbrannt und mürbe werden. Auch wendet man bei rohen Kolben mehr Schweisssand, als bei gaaren an, um die Oxydation zu schwächen.

Während des Ausreckens wird durch das Lacht- oder Dreckloch die Schweissfeuerschlacke (I. 873), Dreck genannt, abgelassen, Ansätze (Schuren) entfernt, der Herd mit Brennmaterial gefüllt, ein neues vorgewärmtes Luppenstück an die Formseite gelegt, daneben der Kolben des eben angezaggelten Stückes und die Haube reparirt. Während der Kolben schweisswarm wird, nimmt das Luppenstück Rothgluth an, wird rasch schweisswarm und dann ebenfalls bis auf den kleinen Kolben ausgereckt, welchen man im Schweissfeuer oder Glühofen erhitzt und ebenfalls ausreckt.

Beim Ausrecken erhält der Kolben zuerst einige Schläge mit der 12 Zoll langen und breiten Schlichtbahn des Hammers, um die Schlacken abfallen zu machen und etwaige scharfe Kanten abzustumpfen, dann wird er unter der Reckbahn von 9 Zoll Länge und 3 Zoll Breite so lange unter stetem Drehen und Wenden ausgereckt, als er weich bleibt. Hierauf kommt er nochmals zur Entfernung der Eindrücke unter die Schlichtbahn und nöthigenfalls zu noch weiterem Ausrecken in das Schweissfeuer oder den Glühofen. Bevor das glühende Eisen unter den Hammer kommt, wird es jedesmal in Schweisssand umgewendet.

Man bringt zu Königshütte (S. 540) aus Luppeneisen 82,45 % fertiges Stabeisen aus und verbraucht für 100 Pfd. von letzterem 1,15 Cbfss. Steinkohlen = 45,8 Pfd; Produc-

tion in 24 Stunden 15—16 Ctr. Stabeisen. Aus 100 Pfd. Roheisen erfolgen — bei 87—88 % Ausbringen beim Puddeln — etwa 72 Pfd. Stabeisen. — Zu Mandelholz bei Rothehütte brachte man 1858/59 aus Luppeneisen 80,29 % Stabeisen aus und brauchte auf 1 Ctr. Fabrikat 1,54 Cbfss. = 61,6 Pfd. Steinkohlen. Wochenproduction pro Schweissfeuer 90 Ctr.

B. Schweissen in Schweissöfen.

Schweissofen-betrieb.

Die Schweissöfen (S. 511) kommen bei grösseren Productionen in Anwendung und zwar für Einsätze von einigen Centnern bis über 200 Centner. Die besser aus natürlichem Sand, als aus gepochtem Quarz eingebrannten Herde nehmen bei sorgfältig verschlossener Arbeitsthür die zu schweissenden Stücke (Zaggeln) oder Paquete auf, welche nöthigenfalls mittelst eines Krahns besser der Breite, als der Länge nach eingelegt werden und sich nicht berühren dürfen. Je nachdem die Zaggeln mehr oder minder vorgewärmt sind, bringt man sie in die Mitte des Herdes oder an die Feuerbrücke und die kühlsten an die Fuchsbrücke. Man wendet sie öfters um, bestreut sie vor dem Herausnehmen, welches erfolgt, wenn sich die Kanten abzurunden beginnen, mit Sand und reparirt von Zeit zu Zeit nach einigen Chargen den Herd, am besten mit gröberen Flusskieseln oder grossen Quarzbrocken, welche zerspringen und am Boden anglühen.

Je nach der Anzahl der Hitzen wechselt der Eisenabbrand, beträgt ohne Berücksichtigung der rauhen Enden bei der ersten Hitze 12—20, durchschnittlich 15 %, und nimmt in späteren Hitzen etwas ab. Vom Brennmaterialverbrauch war S. 494 die Rede, sowie auch S. 542 Angaben über die Erfolge des Schweissens auf verschiedenen Werken gemacht sind. Die Schweissofenschlacken (I. 873) werden in ähnlicher Weise benutzt, wie die Puddelschlacken. Dieselben fliessen von dem geneigten Herde in den Fuchscanal, an dessen tiefstem Puncte sich der Schlackenabstich befindet, den man durch Steinkohlenfeuer heiss erhält, um jederzeit die Schlacke leicht ablassen zu können.

Beispiele.

Die Puddlingswerke in Yorkshire [1]) (Bradford, Low

1) Leoben. Jahrb. 1852. II, 127; 1863. XII, 44. — Gruner et Lan, état présent etc.

Moor), welche die ausgezeichnetste Eisenqualität liefern, erreichen diese dadurch, dass sie kleine Chargen (S. 547) guten Roheisens mit der grössten Sorgfalt verpuddeln, das Luppeneisen unter Anwendung von Hämmern wiederholt schweissen und demselben zuletzt erst unter Walzen die betreffende Form geben. Unter ähnlichen Verhältnissen arbeiten die Werke von Staffordshire.

Auf englischen Werken, welche Eisenbahnschienen herstellen, macht man die Paquete etwa 3½ Fuss lang, 7 Zoll breit und 8 Zoll hoch, legt vier derselben à 4 Ctr. quer in den Herd, so dass sie von der Thür strahlenförmig ausgehen, gibt bei lutirter Arbeitsthür die stärkste Hitze, wendet die Paquete so, dass sie gleichmässig warm werden, und rückt eins nach dem andern vor die Feuerbrücke, nachdem das vorhergehende herausgenommen. Ein Ofen verarbeitet in 12 Stunden an 36 Paquete oder 83 Tons wöchentlich; jede Hitze dauert etwa 60 Min. und das Herausnehmen der schweisswarmen Paquete, das Einsetzen neuer und die Reparatur des Herdes etwa 16 Minuten.

Bei schwächeren Handelsstabeisensorten werden 16—18 Paquete von etwa 18 Zoll Länge, 3 Zoll Breite und 2½ bis 3 Zoll Stärke in 28—30 Min. erhitzt und wöchentlich an 31 Tonnen ausgeschweisst; bei den schwächsten Sorten 15—20 Tonnen. Der Eisenabgang beträgt je nach der Stärke der bezeichneten Paquete auf die Tonne resp. 80, 130 und 210 Pfd., der Steinkohlenverbrauch auf die Tonne eingesetztes Eisen resp. 7, 10 und 13 Ctr.

Auf Karolihütte zu Dernoe (Ungarn) werden in einem Schweissofen 7 Paquete à 240—260 Pfd. — jedes aus 8 Millbars von 30 Pfd. Gewicht gebildet — schweisswarm gemacht, unter einem 24 Ctr. schweren Patschhammer mit 33 Z. Hub pro Min. 65—70 Schläge gegeben, Schweisshitze und Hämmern nochmals wiederholt, dann folgt das Auswalzen nach vorheriger Schweisshitze. Man hat 20% Abbrand. — Von Zaggeln, welche reiner als Millbars sind, setzt man 50 Stück à 28 Pfd. ein, und zwar vorgewärmt; Eintragen ¼ St., Schweissen ½ St., Auswalzen ¾ St. Quarzverbrauch pro 12stündige Schicht 5—6 Ctr.; 10—11 Chargen in 12 St. bei 14—16%

Abbrand und 48 Pfd. Kohlenverbrauch pro Ctr. ausgeschweisstes Eisen.

Auf einer andern Hütte zu Dernoe erhält der Schweissofen mit sehr geneigtem Herd und Vorglühherd (Taf. VI. Fig. 177, 178) Einsätze von 60 — 90 Ctr. Zackeln pro 12-stündige Schicht bei 6 Chargen. Abgang 18 %; Kohlenverbrauch pro Schicht 50—60 Ctr.; Quarzverbrauch pro Ctr. Erzeugung 12 — 15 Pfd. Der Quarzboden wird in der Schicht 3—4 Mal erneuert, bei grossen Paqueten nach jeder Charge. Ein Ofen hält 2—6 Monate, bedarf jedoch wöchentlich einer Erneuerung der Feuerbrücke und des Fuchscanals. Zum Anheizen während 6 Stunden gehen 20 Ctr. zerschlagene Stückkohlen. Die Paquete, meist 7, setzt man in 1 Reihe ein, Zaggeln in 2 — 3 Reihen nach der Länge des Herdes.

§. 94. Verfeinerung des Stabeisens. Das gut geschweisste Stabeisen muss nöthigenfalls unter wiederholtem Ausglühen entweder auf geringere Dimensionen oder auf eine bestimmte Gestalt zurückgeführt werden, in welcher es Handelswaare ist.

Allgemeines.

Nach der Gestalt unterscheidet man das unter Stabeisen- oder Grobeisenwalzwerken oder unteren Hämmern (Aufwerfhämmern) erzeugte Grobeisen als Quadrateisen, Flacheisen, Rundeisen und Façoneisen [1]) von dem verschiedensten Querschnitt. Zu letzterem gehören z. B. die Eisenbahnschienen. [2])

Grobeisenfabrikation.

Ueber die Anfertigung einiger besonderer Eisenfabrikate (Panzerplatten, Kettenbrückenglieder, Keileisen, Doppelt T Eisen und Tyres) hat TUNNER [3]) berichtet.

1) Sammlung von Profilen des façonirten Eisens: B. u. h Ztg. 1858. S. 264. — Fabrikation von verziertem Walzeisen: B. u. h. Ztg. 1857. S. 274. — GRUNER ET LAN, état présent etc.

2) B. u. h. Ztg. 1843. S. 1105; 1845. S. 320; 1847. S. 778; 1850. S. 439; 1854. S. 44, 141; 1857. S. 129. — HARTM., Fortschr. I, 384; II, 305; III, 277; V, 224. — ANSIAUX und MASION etc. (S. 483). — Polyt. Centralbl. 1859. No. 27. — GRUNER ET LAN, état présent etc.

3) Leoben. Jahrb. 1863. XII, 83. — Fabrikation gewalzter Eisenbandagen etc.. MÄURER, Maass- und Gewichtsverhältnisse. S. 189 (Vide S. 483); über Keileisen S. 522; über Panzerplatten S. 521.

Feineisenfabrikation.

Zu kleineren Dimensionen ausgerecktes Quadrat- und Rundeisen nennt man Reckeisen, dünnes Quadrateisen mit gekerbten Kanten Kraus- oder Zaineisen, dünnes Flacheisen Bandeisen bis Blech, dünnes Rundeisen groben Draht. Das Ausrecken geschieht unter leichten Schwanzhämmern (Reck-, Band-, Zainhämmern) oder zwischen Feineisenwalzen (S. 519). Schneideisen (z. B. zur Nagel- und Drahtfabrikation) wird als das feinste Quadrateisen dadurch erhalten, dass man Flacheisen zu dünnern Flachschienen (Platinen) auswalzt und diese zwischen Walzen, welche nach dem Princip der Circularscheere Scheiben mit Stahlrand haben, in Streifen geschnitten.

Schmiedeeiserne geschweisste Röhren (Radspeichen, hohle Axen, Gasröhren, Dampfröhren, zuweilen emaillirt) können nach der von TUNNER[1]) angegebenen Weise dargestellt werden.

Schwarzblechfabrikation.

Man verwendet zu Schwarzblech ein zähes, weiches, paquetirtes Eisen, besser mit Holzkohlen gefrischt[3]), als aus Puddelöfen. Es wird jedoch zur Zeit viel mehr Blech aus Puddeleisen, als aus Herdfrischeisen gemacht. Dasselbe muss möglichst frei von eingemengter Schlacke oder Glühspan und gleichartig sein; ein geringerer Grad von Rothbruch schadet nicht. Das zu Platinen (Blechflammen), z. B. von 4 Z. Breite, 1—1½ Z. Dicke, 2—4½ Z. Länge und 20—60 Pfd. Gewicht ausgewalzte Eisen wird seltener in Herden, als in Glühöfen stark geglüht, anfangs für sich, dann zwei Platten auf einander ausgewalzt, in kleinere Platten (Stürze) zerschnitten und diese unter wiederholtem Ausglühen unters Blechwalzwerk (S. 519) gebracht, nachdem mehrere Tafeln allmälig (bis 50) über einander gelegt. Zwischen die

1) Leoben. Jahrb. 1852. II, 124; 1860. IX, 176.

2) Ueber Blechfabrikation: HARTMANN, Handbuch der Blechfabrikation. Weimar 1861. — RONGE in Revue universelle. 1863. 7 ann. 1 und 2 livr.; auch Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. No. 28. — Leoben. Jahrb. 1852. II, 301. — GRUNER ET LAN, état présent etc. 1862. p. 633. — MÄURER, Maass- und Gewichtsverhältnisse etc. S. 122. (Vide S. 483).

3) Leoben. Jahrb. 1852. II, 124; 1863. XII, 49.

einzelnen Flammen streut man Kohlenstaub. Das letzte Auswalzen geschieht unter Hartwalzen. Früher fand auch ein Schmieden[1]) des Bleches statt.

Das Glühen geschieht bei starken Blechen wohl dadurch, dass man sie unter einem Ofengewölbe direct auf einen mit glühenden Kohlen versehenen Rost legt; meist bedient man sich der Flammglühöfen mit einem verhältnissmässig kleinen Rost und hoher Feuerbrücke, um das Blech vor Oxydation zu schützen und im Herde umwenden zu können. Erhöhte Leisten auf dem Herde dienen zur Auflagerung des Bleches. Der Fuchs geht bald nach oben, bald nach unten in eine Esse; zuweilen ist zwischen beiden ein Vorglühherd eingeschaltet. Nicht selten erhitzt man die Bleche im Ofen durch die abgehende Flamme von andern Feuerungen, legt auch wohl 2 Herde oder 3 Herde[2]) über einander. Feine Bleche werden zum Schutz gegen Oxydation auch in luftdicht verschliessbare gusseiserne Kästen gethan und letztere über einer Flammfeuerung erhitzt. Zuweilen liegt noch vor der Arbeitsöffnung ein Rost, um eine Abkühlung des Herdes zu vermeiden [Alvenslebenhütte[3])]. Zur Reinigung vom Sinter bestreicht man die Bleche vor der letzten Glühhitze wohl mit Salzsäure und klopft sie dann ab.

Vor dem Beschneiden mit Scheeren (S. 521) müssen die Bleche nochmals, mit altem Blech bedeckt, schwach geglüht werden, um ihnen Sprödigkeit und Spannung zu benehmen.

In besonderem Rufe der Schönheit steht das russische Eisenblech[4]), ferner belgisches[5]), schwedisches u. a. Die Papier- oder Senglerbleche[6]) zur Knopffabrikation erfordern die besten Stabeisensorten.

Abfälle von der Schwarzblechbereitung werden bei

1) Stünkel, Eisenbergwerke und Eisenhütten am Harz. 1804. S. 52, 280, 313, 333.
2) Hartmann, Fortschr. II, 301; III, 218.
3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 206.
4) B. u. h. Ztg. 1860. S. 20; 1863. S. 167. — Tunner, Bericht über die London. Ind. Ausst. von 1862. S. 56.
5) Tunner c. l. S. 52.
6) Leoben. Jahrb. 1852. II, 124, 171.

der Stabeisenbereitung (S. 548) oder beim Umschmelzen des Roheisens zugesetzt (S. 348), auch wohl beim Abstechen des Roheisens in die Formen gethan[1]) (S. 311).

Zum Schutz gegen die Oxydation wird das Schwarzblech mit einem Ueberzug von Zinn (Weissblech) oder Zink (galvanisirtes Eisen) versehen; letzteres schützt das Eisen auch bei dessen theilweise blossgelegter Oberfläche, während ersteres in solchem Falle die Oxydation des Eisens befördert.[2])

Weissblechfabrikation.

Behuf der Fabrikation von Weissblech[3]) wird das beste Schwarzblech [zuweilen auch Puddelstahl[4])] hinreichend ausgewalzt, mit Schwefelsäure gebeizt, in einem Temperofen geglüht, kalt zwischen Hartwalzen durchgelassen, in gährende Kleie gebracht, in verdünnter Schwefelsäure bei 30° C. gebeizt, mit Wasser abgespült, mit Sand und Werg abgerieben, 1 — 1½ Stunden in ein aus Block- und Kornzinn bestehendes und mit einer 0,1 M. hohen Palmöl- oder Talgschicht bedecktes Metallbad in Partien bis zu 300 Stück eingetaucht, herausgenommen, auf einem Rost abtropfen gelassen, jede Platte einzeln in ein Bad von reinem Kornzinn eingetaucht, mit einer Hanfbürste abgewischt, in Fett, dann nochmals in ganz reines Zinn getaucht, daran geklopft, in Kleie gereinigt, mit einer Hanfbürste abgerieben und mit einem trocknen Tupfballen gerieben. Auf 100 Pfd. Eisenblech kommen 6,5—8 Pfd. Zinn. Auch auf nassem Wege[5]) lässt sich Eisen verzinnen. Durch Anätzen des Weiss-

1) Oesterr. Ztschr. 1855. S. 311.

2) Vergleichung zwischen Verzinnung und Verzinkung: Polyt. Centralbl. 1862. S. 1106. — Schützende Wirkung des Zinks: Bericht der Versammlung deutscher Architecten und Ingenieure. Hannover 1863.

3) Weissblechfabrikation: Karst., Arch. 1 R. III, 134, 257; XIV, 223. — Dingl. Bd. 91. S. 304; Bd. 131. S. 234; Bd. 157. S. 125; Bd. 163. S. S. 414. — B. u. h. Ztg. 1842. S. 830; 1847. S. 651; 1852. S. 843; 1862. S. 430. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1860. No. 1. — Leoben. Jahrb. 1863. XII, 106; 1852. II, 134. — Gruner et Lan, état présent etc. 1862. p. 671.

4) B. u. h. Ztg. 1859. S. 420. — Polyt. Centralbl. 1859. No. 13.

5) Berggeist 1858. S. 368.

bleches wird *Moiré métallique* [1]) anfertigt. Weissblechabfälle [2]) lassen sich zur Darstellung von Stabeisen benutzen.

Galvanisirtes Eisenblech. Die Verzinkung des Eisenbleches [3]) ist einfacher und wird ebenso ausgeführt, wie die Verzinkung von Gusseisen (S. 405). Sie wird dauerhafter, wenn man das Blech zuvor galvanisch auf nassem Wege verzinnt und dann mittelst eines Walzenpaares durch geschmolzenes Zink führt [England. [4])].

Emaillirtes Eisenblech. Zuweilen wird das Eisenblech auch emaillirt (Blechgeschirre, wellenförmige Dachbleche).

Drahtbereitung. Behuf der Drahtbereitung [5]) wird zähes festes Feinkorneisen am besten vom Herdfrischen, aber auch seit stattgehabter Vervollkommnung des Puddelprozesses von diesem meist in Gestalt von Schneideisen unter Feineisenwalzwerken, am besten Schnellwalzwerken [6]) (S. 520) bis zu der erforderlichen Feine (bis zu 2 Lin. Durchm. herab) ausgewalzt, noch glühend auf einem Haspel aufgewickelt, der Blechring in einem geschlossenen Blechkasten langsam abgekühlt, um den Draht möglichst weich zu erhalten, in verdünnter Schwefelsäure gebeizt, in Kalkwasser abgespült, an der Luft getrocknet, auf einen Haspel *B* (Taf. VII. Fig. 195, 196) gebracht, sein eines Ende mit der Feile oder dem Hammer angespitzt, durch das grösste Loch des in dem Ständer *D* verstellbaren Zieheisens *F* gesteckt und dieses Ende an einem Haken *u* der Drahtleier *C* (Bobine, Rolle, Scheibe) befestigt.

---

1) Karst., Arch. 1 R. VIII, 378.
2) Bgwfd. XIII, 572. — B. u. h. Ztg. 1850. S. 33.
3) Anwendung des verzinkten Eisenblechs: Polyt. Centralbl. 1862. S. 1106. — Demarteau, verzinktes Eisenblech und dessen mannichfache Verwendung. Wien 1862. — Darstellung: Dingl. Bd. 109. S. 478, 480; Bd. 112. S. 121.
4) Leoben. Jahrb. 1852. II, 135; 1863. XII, 108.
5) B. u. h. Ztg. 1842. S. 861; 1844. S. 700; 1855. S. 161; 1858. S. 43. Hartmann, Fortschr. I, 302. — Bgwfd. IX, 229. — Prechtl, technol. Encyklop. Bd. IV. Art.: Draht. — Gruner et Lan, état présent etc. 1862. p. 702. — Johnson's Drahtziehtafel in Tunner's Ber. über die Paris. Ind.-Ausst. von 1855. Wien 1855. S. 50.
6) Tunner, Drahtfabrikation mittelst Walzwerken: Leoben. Jahrb. 1854. IV, 301. — Hartm., Fortschr. I, 398.

Letztere wird dadurch in Umtrieb versetzt, dass man dieselbe mit der Hand in die Höhe hebt, so dass der an der Querstange *i* befindliche Haken *b* die Querstange *n* ergreift und herumführt, wenn die Spindel *l*, auf der Unterlage *d* ruhend, mittelst Winkelrädern *b* und *c* durch die unter der Drahtbank *A* liegende bewegliche Welle *a* in Umtrieb versetzt wird. Ist der Draht, welcher mittelst des stellbaren Zieheisens stets eine horizontale Lage erhalten muss, durch das betreffende Loch hindurchgezogen und hat er sich auf der Leier aufgewickelt, so wird der Haken *o* nicht mehr an der Querstange *n* durch den gespannten Draht festgehalten und die Leier fällt herab, worauf man den Drahtring abnimmt und den Draht durch das nächstfolgende feinere Loch zieht. Das Zieheisen[1]) ist mit hartem luckigen Eisen (Zieheisenstahl, S. 331) ausgefüttert, welches die Löcher enthält; seltener sind die Löcher mit harten Edelsteinen ausgekleidet. Beim Durchziehen des Drahtes bringt man einen Klumpen Talg ans Zieheisen. Ohne Kraftanstrengung lässt sich der Draht nicht wieder durch dasselbe Loch ziehen.[2])

Der durch das Ziehen hart gewordene Draht wird in einem verschlossenen gusseisernen, cylindrischen Ring mit durchgehender Flammenzugröhre ausgeglüht, indem letzterer entweder durch directe Feuerung oder die abgehende Hitze[3]) anderer Feuerungen erhitzt wird. Von dem anhaftenden Glühspan reinigt man den Draht entweder durch Beizen mit verdünnter Schwefelsäure oder durch Scheuern auf mechanischem Wege, auf sogenannten Polterbänken, indem man die Drahtringe an einem stossweise bewegten Hebelarm befestigt, welcher unter Wasserzufluss gegen eine Unterlage schlägt, und sich dabei scheuern lässt. Auch thut man den Draht wohl in mit Kieselsteinen versehene durchlöcherte rotirende Tonnen unter Zufluss von Wasser.

Soll blanker Draht erfolgen, so zieht man denselben nass durch, indem man den Faden durch ein Gemisch von Wasser, Bierhefe, etwas Schwefelsäure und Kupfervitriol

1) Anfertigung der Zieheisen: Karst., Arch. 1 R. VI, 427.
2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 364.
3) B. u. h. Ztg. 1861. S. 372. — Hartm., Fortschr. V, 228.

leitet und auf die Flüssigkeit, sowie ans Zieheisen Baumöl bringt. Ein mit Kupfer überzogener Draht geht leichter durchs Zieheisen und schützt das Eisen einige Zeit gegen Rost.

Die Stärke der einzelnen Drahtnummern [1]) misst man mit einem Instrument (Drahtklinke, Drahtlehre), welches verschieden weite Einschnitte hat.

Statt der Leiern wandte man früher, wie jetzt noch bei stärkeren Drahtsorten, Zangen an, welche das durchs Zieheisen gesteckte Drahtende fassen, durch rückgängige Bewegung sich schliessen und den Draht auf eine gewisse Entfernung durchziehen. Dann bringt man die Zange wieder vors Zieheisen und wiederholt die Procedur. Dabei erhält der Draht aber Eindrücke (Zangen- oder Zahnbisse).

Durch Verzinken schützt man den Draht häufig vor Oxydation.

III. Abtheilung.

Stahlerzeugung.

§. 95. Allgemeines. Der Stahl unterscheidet sich vom Roh- und Stabeisen durch seinen mittleren Kohlenstoffgehalt (1,4—1,5%), vom Roheisen durch seine Schweissbarkeit und vom Stabeisen durch seine Schmelzbarkeit bei etwa 1850° C.; er schmilzt also in höherer Temperatur, als Roheisen (1400—1600° C.). Ausserdem characterisirt den Stahl besonders noch das Verhalten, dass derselbe in der Glühhitze weich ist und bei plötzlicher Abkühlung härter wird. Diese Eigenschaften erleiden Modificationen je nach dem grösseren oder geringeren Kohlenstoffgehalt, der An- oder Abwesenheit gewisser fremder Beimengungen, der mehr oder weniger gleichmässigen Bearbeitung, der Darstellungs-

Hauptcharactere des Stahls

1) Karmarsch, Drahtsortimente und Drahtnummern: Polyt. Centralbl. 1858. S. 1114.

weise, der verschiedenen Temperatur beim Härten und durch andere noch nicht näher gekannte Umstände.

Stahlsorten.

Nach der Darstellungsweise des Stahls aus verschiedenen Rohmaterialien, der Art der Raffination, des dabei erhaltenen Productes, seiner Qualität und seiner weitern Verwendung lassen sich folgende Stahlsorten unterscheiden:

I. Bezeichnung der Stahlsorten nach der Darstellungsweise.

Stahl aus Erzen.

A. Stahl aus Erzen, und zwar durch Behandlung reicher reiner Eisensteine in Schachtöfen mittelst reducirender und kohlender Gase und Zusammenschmelzen des Products in einem Gasflammofen nach GURLT's [1]) Methode, welche sich aber im Grossen bislang nicht bewährt hat. [2]) LIEBERMEISTER's [3]) Vorschlag, durch rechtzeitige Unterbrechung des Kohlungsprozesses im Eisenhohofen Stahl zu erzeugen, hat, wohl wegen der grossen Schwierigkeit, den richtigen Zeitpunct dafür zu erkennen, zeither keine weitere Beachtung gefunden.

CHENOT [4]) reducirt reiche reine Eisenerze in Schachtöfen durch eingeschichtete Holzkohlenlagen, sortirt die dabei erhaltenen verschieden gekohlten, schwammförmigen Producte, zerkleint sie zwischen Mühlsteinen, presst das Gemahlene zu Cylindern und schmilzt die kohlenstoffärmeren Partien mit kohlenstoffreicheren in Tiegeln auf Stahl. Nöthigenfalls setzt man dabei Kohle zu und gibt einen reinigenden und verschlackenden Zuschlag von Braunstein. Dieses Verfahren ist nach TUNNER [5]) keiner ausgedehnten Anwendung fähig, weil es nahezu reine Erze erfordert. Es soll sich auf belgischen Werken in ökonomischer Beziehung nicht bewährt haben und nur noch an einem Orte bisweilen angewandt wer-

---

1) GURLT, die Roheisenerzeugung mittelst Gas. Freiberg 1857. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 243.
2) Berggeist 1859. No. 56. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 27.
3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 137, 243, 252, 272.
4) B. u. h. Ztg. 1856. S. 104; 1857. S. 181; 1859. S. 225; 1860. S. 7.
5) TUNNER's Bericht über die Paris. Ind.-Ausst. von 1855. S. 46. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 181; 1859. S. 390; 1863. S. 167. — Leoben. Jahrb. 1857. VI, 253; 1858. VIII, 153; 1863. XII, 65.

den, indem es kaum möglich, nach diesem Verfahren einen Gussstahl von bestimmtem Kohlenstoffgehalt zu erzielen.

Stahl aus Roheisen.

B. Stahl aus Roheisen, und zwar erhalten:

1) Durch theilweise Oxydation des Kohlenstoffs

a) bei Glühhitze. Gutartiges Roheisen wird einer anhaltenden Glühhitze bei Luftzutritt ausgesetzt [TUNNER's[1]) Glühstahlbereitung durch Trockenfrischen, WEBER's[2]) und LOHMANN's[3]) adoucirter Stahl, zwar billig, aber von schwankenden Eigenschaften (siehe Bd. I. S. 723, 725)]. Hierher gehört auch zum Theil die Darstellung des hämmerbaren Gusseisens (I. 723, 725; III. 401), sowie das Glühen des Roheisens in Wasserdampf [Methode von HERRZEEL[4]) und PAULIS[5])] und mit Soda [EATON's[6]) und TISSIER's[7]) Methode].

b) bei Schmelzhitze, indem man

α) auf flüssiges Roheisen Gebläseluft (Darstellung von Roh-, Frisch- oder Schmelzstahl in Herden, von Bessemerstahl in Retortenöfen) oder Zugluft (Darstellung von Puddelstahl in Flammöfen), seltener Wasserdampf SABATIER's Verfahren[8]) einwirken lässt, wobei die Oxydation des Kohlenstoffs hauptsächlich durch gebildetes oxydirtes Eisen stattfindet. Bei Darstellung von Roh- und Puddelstahl ist besonderes Brennmaterial zum Einschmelzen des Roheisens und zur Unterhaltung des Frischens erforderlich, während beim Bessemern durch Einleiten der Gebläseluft ins flüssige Roheisen durch Oxydation von Eisen und Kohlenstoff die erforderliche Temperatur unterhalten wird. Die bezeichneten Methoden gehören zu den am häufigsten angewandten.

---

1) Oesterr. Ztschr. 1856. No. 16, 44. — B. u. h. Ztg. 1856. No. 23. — Leoben. Jahrb. 1852. II, 184; 1857. VI, 99.
2) Oesterr. Ztschr. 1856. No. 42.
3) Leoben. Jahrb. 1852. II, 184.
4) B. u. h. Ztg. 1861. S. 79, 456.
5) B. u. h. Ztg. 1862. S. 344.
6) B. u. h. Ztg. 1861. S. 328.
7) B. u. h. Ztg. 1861. S. 254.
8) Oesterr. Ztschr. 1863. No. 41. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 428.

β) Roheisen mit sauerstoffhaltigen Substanzen, namentlich reinen, reichen Eisensteinen zusammenschmilzt. UCHATIUS [1]) hat einen für manche Zwecke tauglichen Stahl durch Zusammenschmelzen von Roheisen mit Eisensteinen (Magnet- und Spatheisensteinen) mit oder ohne Zusatz von Braunstein hergestellt, dem man je nach der zu erzeugenden Härte wohl noch Stabeisen zusetzt. Solcher Stahl wird z. B. zu Wikmannshyttan [2]) in Dalekarlien aus Roheisen und reichen Magneteisensteinen bereitet. Der Werth dieser Methode bleibt nach TUNNER [3]) zweifelhaft, weil völlige Sicherheit im Endresultat nicht zu erreichen ist, auch die Schmelztiegel mehr leiden, als beim CHENOT'schen Verfahren. — v. OBUCHOW [4]) bereitet Gussstahl durch Schmelzen von Roheisen mit Magneteisenstein, Titaneisen, Schmiedeeisen, arseniger Säure, Salpeter und Thon, oder von Roheisen mit Magneteisenstein und arseniger Säure; für die Billigkeit und Güte dieses Stahls werden viele Beweise beigebracht und muss deren weitere Bestätigung abgewartet werden. — Verlässlicher, als Eisenstein, ist feinzertheiltes, geglühtes Roheisen, wenn dasselbe mit ungeglühtem feinzertheilten Roheisen und Braunstein zusammengeschmolzen wird. [5])

2) Durch Zusammenschmelzen mit Stabeisen. Die hierher gehörigen Methoden, von KARSTEN [6]) sehr empfohlen, geben bei den verlässlicheren Rohmaterialien ein gleichmässigeres Product, als die von CHENOT und UCHATIUS, welches sich als Massenstahl wohl eignen kann, dagegen lassen sich nach denselben feinere Stahlnüancen nicht herstellen. Durch Zuschläge von Kohle, Blutlaugensalz etc. sucht man wohl auf einen bestimmten Härtegrad hinzuwirken, sowie durch solche von Braunstein oder Kohlenmangan eine reinigende Wirkung zu erzielen. Hier-

1) Oesterr. Ztschr. 1856. No. 38, 42, 47, 49; 1857. No. 50. — B. u. h. Ztg. 1856. S. 410; 1857. S. 426; 1858. S. 209; 1859. S. 390; 1861. S. 254; 1864. S. 14. — Leoben. Jahrb. 1857. VI, 85, 255; 1859. VIII, 154; 1863. XII, 70.
2) B. u. h. Ztg. 1863. S. 167.
3) B. u. h. Ztg. 1859. S. 390.
4) B. u. h. Ztg. 1861. S. 59, 113, 381.
5) B. u. h. Ztg. 1859. S. 390.
6) KARST., Arch. 2 R. XXV, 218.

her gehört z. B. die Methode von OBERSTEINER[1]) [Zusammenschmelzen von Roheisen und Stabeisen, unter Anderem zu Gefle in Schweden[2]) ausgeführt]; von COWPER[3]) [Zusammenschmelzen von Roheisen, Stabeisen, Eisenoxyd und Blutlaugensalz), von PRICE und NICHOLSON[4]) [Zusammenschmelzen von Roheisen und Feineisen].

Stahl aus Stabeisen.

C. Stahl aus Stabeisen durch weitere Kohlung desselben, und zwar

1) bei Glühhitze. Cementstahlbereitung durch Glühen von Stabeisen zwischen Cementirpulver; zuweilen cementirt man auch den weichen Puddelstahl[5]), um ihn kohlenstoffreicher und härter zu machen, z. B. Eisenbahnschienen daraus.

2) bei Schmelzhitze. Es gehört hier hauptsächlich die Darstellung des indischen Wootzstahls, des ächten und unächten Damaststahls. MUSHET[6]) schmilzt Eisen, Kohle und Mangan zusammen; FARRAR[7]) Eisen, Salmiak, Blutlaugensalz und Mangan (Verfahren der Damascus-Stahl- und Eisencompagnie in Newyork); HEATH[8]) Eisen mit Kohlenmangan. — Das in England neuerdings von HOWELL dargestellte homogene Patenteisen[9]) (*homogeneous metal*), für Deutschland nichts Neues, ist die kohlenstoffärmste, weichste und zäheste Sorte Gussstahl, welche ein Mittelglied zwischen hartem Gussstahl und weichem Eisen bildet, sowie das Feinkorneisen (S. 422) als ein Verbindungsglied zwischen Puddelstahl und dem weichen Eisen und der

1) TUNNER's Jahrb. 1842. S. 211; 1853. III, 309; 1857. VI, 106, 256; 1858. VIII, 157. — Bgwfd. V, 123, 500; VII, 12. — B. u. h. Ztg. 1859. S. 390.
2) B. u. h. Ztg. 1863. S. 167. — Leoben. Jahrb. 1863. XII, 71.
3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 255.
4) B. u. h. Ztg. 1861. S. 254.
5) TUNNER, Leoben. Jahrb. 1863. XII, 65. — Bauliche Anlagen etc. III. 1. Lief. S. 13.
6) B. u. h. Ztg. 1860. S. 11.
7) B. u. h. Ztg. 1860. S. 152.
8) Bgwfd. XI, 432. — WAGNER's Jahresbericht 1855. S. 17. — Leoben. Jahrb. 1859. VIII, 157. — Mining Journ. 1853. No. 943. S. 572.
9) Berggeist 1858. S. 163, 412. — Ztschr. des Ver. deutscher Ingen. 1858. Bd. II. S. 306. — DINGL. Bd. 151. S. 199. — B. u. u. Ztg. 1859. S. 303; 1861. S. 406; 1862. S. 411; 1863. S. 167. — Polyt. Centralbl. 1862. S. 580. — Leoben. Jahrb. 1863. S. 62.

Bessemerstahl als ein solches zwischen Feinkorneisen und gewöhnlichem Gussstahl anzusehn ist, weshalb man dasselbe meist als Bessemermetall[1]) bezeichnet. Das homogene Patenteisen wird in England dargestellt entweder und am häufigsten durch Zusammenschmelzen von sehr reinem Stabeisen mit $^1/_{140}$ — $^1/_{150}$ Holzkohlenpulver, oder von reinen Stabeisenbröckchen mit etwa der Hälfte Gussstahlabfällen, oder von Spiegeleisen und Stabeisen, und erfolgt auch zuweilen beim Bessemern. In Blechform zum Beschlagen der Schiffe angewandt, widersteht dasselbe der Einwirkung des Meerwassers besser, als Eisenblech und wird auch zu Schienen, Röhren, Cylindern etc. angewandt. — Halbstahl *(produit mixte)* hat VERDIE[2]) ein für Eisenbahnschienen geeignetes Product genannt, welches innen aus Schmiedeeisen und äusserlich aus darüber gegossenem Stahl besteht.

II. Bezeichnung der Stahlsorten nach dem Raffinationsverfahren.

Gärb- u. Gussstahl.

Man unterscheidet in dieser Beziehung hauptsächlich Gärbstahl und Gussstahl, je nachdem das nach einer der vorhergehenden Methoden erhaltene mehr oder weniger

eines derartigen Zusatzes oder eines Gehaltes an verschieden gekohlten Verbindungen beim Aetzen mit Säuren Aderzeichnung, so nennt man ihn Damaststahl (indischer Wootz). Die Zusätze wirken entweder gar nicht oder in der Weise, dass sie seltener in den Stahl gehen, als für denselben schädliche Stoffe (Schwefel, Silicium etc.) entfernen, indem sie sich mit denselben verbinden und dann ausscheiden, so namentlich Mangan, z. B. in dem Zusatze von Kohlenmangan nach dem HEATH'schen Patent. [1])

III. Bezeichnung der Stahlsorten nach ihrer Verwendung.

Es kommen zur Verwendung:

Instrumenten- oder Werkzeugstahl.

1) Instrumenten- und Werkzeugstahl, zu welchem, namentlich zu ersterem, die besten Sorten Roh- und Cementstahl meist als Gärb- und Gussstahl angewandt werden. Wo der Stahl bei einer gewissen Härte besondere Zähigkeit besitzen muss, z. B. bei den Messerschmiedewaaren erster Qualität, zieht man aus schwedischem Eisen dargestellten Cement-Gärbstahl dem Gussstahl vor, während zu den mindern Gegenständen Gussstahl verwandt wird. Wesentlich ist bei Werkzeug-, namentlich aber bei Instrumentenstahl, dass eine bestimmte Stahlqualität genau eingehalten wird, und es erklärt sich daraus das oft ängstliche Festhalten an einer erprobt gefundenen, wenn auch kostspieligeren Darstellungsmethode. So bezieht man in England für die besten Gussstahlsorten noch fortwährend schwedisches Eisen und schmilzt die sorgfältig sortirten, cementirten Stäbe in Stücken in nur gebrannten Tiegeln, nicht in Graphittiegeln, möglichst rasch. Auch in Steyermark steht der aus Rohstahl hergestellte Gärbstahl im Preise höher, als der Gussstahl, weil er bei gleicher Härte mehr Zähigkeit besitzen soll (Sensenstahl).

Neuerdings bestehen auch aus gutem Holzkohlenroheisen dargestellte Puddelstahle in vielen Fällen die Concurrenz mit Roh- und Cementstahl, namentlich als Werkzeugstahl.

---

1) Notizblatt des Hannov. Archit.- und Ingen.-Vereins. III, 316. — B. u. h. Ztg. 1855. S. 119; 1859. S. 204.

Da obige theurere Stahlsorten meist zu den verschiedensten kleinen Gegenständen verarbeitet und auch zu sehr schwachen Dimensionen ausgereckt werden, wodurch deren Werth in einem beträchtlichen Verhältniss steigt, so bedarfs dabei einer sehr guten Qualität mit grösserem Kohlenstoffgehalte, damit bei den wiederholten Hitzen derselbe nicht zu sehr sich vermindert und der Stahl zu weich wird.

Massen- oder Maschinengussstahl.

2) Massen- oder Maschinengussstahl [1]), von welchem man, da er häufig statt Eisen verwandt wird, Billigkeit, geringere Härte, aber Gleichartigkeit, vollkommene Gänze, Streckbarkeit und Geschmeidigkeit, mit andern Worten leichte Verarbeitbarkeit verlangt. Solcher Stahl wird nicht zu kleineren Gegenständen verarbeitet, sondern die Stücke kommen grösstentheils schon vollendet aus der Stahlhütte, weshalb der Preis des Materials einen wesentlichen Einfluss auf den der fertigen Waare ausübt. Solchen Stahl liefert hauptsächlich Puddelstahl und daraus dargestellter Gussstahl, seltener Gärbstahl, dann die durch Zusammenschmelzen von Roheisen mit Stabeisen oder Eisenerzen (Uchatius', Obersteiner's, Obuchow's Stahl) oder von Stabeisen mit Kohle (homogenes Patenteisen) erzeugten Stahlsorten, ferner Bessemerstahl und Tunner'scher Glühstahl etc. Je besser und von je constanterer Zusammensetzung das Rohmaterial, um so besser fällt der erhaltene Stahl aus und dadurch werden auch verschiedene Sorten solchen Stahls unterschieden. Am meisten wird der billig und in grösseren Mengen darstellbare Puddelstahl [2]) als Massengussstahl, sowie auch Bessemerstahl verwandt, dann folgen die andern obigen Sorten.

In den meisten Fällen wird man den etwas theureren Puddelstahl dem Obersteiner'schen Stahle wegen grösserer Gleichförmigkeit des daraus dargestellten Gussstahls vorziehen, und aus diesem Grunde noch mehr dem noch unbestimmteren Uchatius-Stahl. Bessemerstahl wird aber wegen seiner Gleichartigkeit, der Raschheit der Darstellung

1) Leoben. Jahrb. 1857. VI, 83.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 171; 1859. S. 447; 1860. S. 437.

und der nicht erforderlichen Tiegelschmelzerei, also wegen seiner Billigkeit, als Massengussstahl alle andern Sorten überflügeln.

PETRETTO hat versucht, den Schmelzstahl in grossen Paqueten mittelst Flammenschweissofens und Dampfhammers in Gärbstahl umzuwandeln und solchen als Massengussstahl zu verwerthen, allein es wird durch ein Schmelzen die für Massengussstahl erforderliche verlässliche Gänze und eine gewisse Gleichförmigkeit sicherer erreicht, als durch das Schweissen. Bei der Verwendung des Stahls macht sich die bessere Qualität fast stets geltend und wird meist gern bezahlt.

Der Massengussstahl wird z. B. angewandt zur Herstellung von Eisenbahnrädern und Axen, Zahnrädern, Glocken (Bochumer Gussstahlglocken von 18—102 Zoll Durchmesser und 90—156000 Pfd. Gewicht), grossen Wellen, Kanonen (von KRUPP bis 18000 Pfd. schwer; der grösste Gussstahlblock von demselben auf der letzten Londoner Welt-Industrie-Ausstellung wog 40000 Pfd.), Schiffsankern etc.

IV. Bezeichnung der Stahlsorten nach ihrer Qualität.

Localnamen.

Man erzeugt bei Ausführung eines Stahlbereitungsprozesses entweder absichtlich Stahlsorten von verschiedener Qualität oder dieselben erfolgen, ohne dass man es absichtlich herbeiführt, in Folge der Unvollkommenheit des Prozesses, z. B. beim Rohstahlfrischen. Locale Namen bezeichnen dann die verschiedenen Stahlsorten meist nach deren Kohlengehalt und davon abhängender Härte und geben zuweilen gleich deren beste Verwendbarkeit (Meissel-, Münz-, Sensenstahl etc.) oder die Verpackungsweise (Kärnthner Kistenstahl) an. So unterscheidet man z. B. bei der Steyerschen Rohstahlarbeit: Meissel-, Edel- oder Rohstahl, Mock, Rohmittelzeug, Hammereisen und Abfälle oder Refudi; bei der Kärnthner oder Brescianstahlarbeit (in der Provinz Brescia wurde zuerst ähnlicher Rohstahl, wie in Kärnthen erzeugt und ist deshalb der Name der ersteren auch auf letzteren übertragen): Kölberl-, Tannenbaum-, Stück-, Mockstahl und Refudi, nach der Schmiedung des ersteren: Münzstahl, Dreidupfstahl,

Dreidupfmock, Zweidupfstahl, Romanstahl, Greifen- oder Bröckelstahl, Refudi; bei der Siegen'schen Rohstahlarbeit: Edelstahl, Mittelkühr u. s. w.

Den härtesten Stahl verarbeitet man zu Instrumenten und Gussstahl, weicheren (Mock, Mittel, Brescian etc. zu Sensen, Sicheln, Aexten u. dgl.) und stahlartiges Schmiedeeisen (Zwittereisen, Romanstahl) zu Radreifen etc.

Es soll im Folgenden hauptsächlich von den Darstellungsmethoden nur derjenigen Stahlsorten die Rede sein, welche sich in der Praxis bewährt haben.

Literatur. Die Literatur über Stahlfabrikation ist nicht sehr umfangreich; folgende Werke darüber mögen hier Erwähnung finden:

Damemme, practisches Handbuch der Stahlbereitung, deutsch von Hartmann. 1839.

Overmann, die Bereitung und Verarbeitung des Stahls, deutsch von Hartmann. 2. Aufl. 1856.

Gruner et Lan, état présent de la métallurgie du fer en Angleterre. Paris 1862. p. 711.

Jullien, Handbuch der Eisenhüttenkunde, deutsch von Hartmann. 1861. S. 271.

Tunner's Abhandlungen im Leoben. Jahrbuch.

Schafhäutl's Artikel über Stahl in Bd. XV von Prechtl's technologischer Encyklopädie.

Landrin, traité de l'acier. Paris 1859.

Dessoye, études théoretiques etc. Paris 1859.

§. 96. Eigenschaften des Stahls.

Farbe. Farbe weisslichgrau bis weiss und matt mit Schimmer.

Textur. Textur feinkörnig, das Korn von unbestimmbarer, zackiger Gestalt, und zwar im gehärteten Zustande etwas lichter und feiner, als im ungehärteten; beim Wolframstahl zeigt sich völlig muschliger Bruch und es ist ein Korn kaum zu erkennen. Während der Rohstahl in der Luppe, der Cementstahl nach der Cementation und der Gussstahl unmittelbar nach dem Gusse ein grobes ungleiches Ansehn und geringe Festigkeit zeigt, so wird das Korn um so feiner, zu je kleineren Dimensionen der Stahl in der geeigneten Temperatur ausgereckt wird und je grösser der Temperaturunterschied beim Härten. Langsam abgekühlter Stahl behält sein ursprüngliches Gefüge und gehärteter erlangt es

bei abermaligem Erhitzen und langsamem Abkühlen wieder. Dieses ist in Rücksicht zu ziehen, wenn man die Qualität des Stahls nach dem Bruchansehn beurtheilen will, da man denselben im Allgemeinen für um so besser hält, je feiner das Korn. Das Bruchansehn kann sehr wohl Kunde von der Gleichförmigkeit des Stahls geben, nicht aber von dessen übrigen Eigenschaften (Härte, Festigkeit etc.), welche durch die Qualität und Quantität fremder Beimengungen bedingt werden und nur durch directe Versuche sicher ermittelt werden können.

Je vollkommener der Stahl und je gleichmässiger sein Gefüge vor dem Härten, um so vollkommener büsst er dabei sein krystallinisches Korn ein, weshalb der Gussstahl von allen Stahlsorten die grösste Veränderung erleidet. Bei angemessenem Härten verschwindet dessen Korn fast ganz und der Bruch wird dicht, eben oder flachmuschlig. Je feiner das Korn, um so mehr verliert sich der Glanz und um so lichter wird die Farbe.

Im Allgemeinen deutet ein gröberes, lichteres Korn auf Stabeisennatur, auf einen kohlenstoffärmeren, weicheren Stahl, ein Gemenge von gröberen und feineren, lichteren und matteren Körnern auf ungleiche Beschaffenheit. Ein lichtes, glänzendes und grobes Korn oder gar zähe Eisenadern deuten auf eisenschüssigen Stahl.

Spec. Gewicht

Specifisches Gewicht.[1]) Dasselbe schwankt zwischen 7,5 und 8,0 und ist aus dem S. 20 angeführten Grunde bei ungehärtetem Stahle grösser, als bei gehärtetem. Nach CARON[2]) verlieren Stahlstäbe durchs Härten meist an ihrer Länge, nehmen aber an Höhe und Breite zu und zwar um so mehr, je rascher die Abkühlung erfolgt. Auch vermindert sich das specifische Gewicht bei zunehmendem Kohlenstoffgehalt, wie Versuche von VICKERS[3]) erwiesen haben. HAUSMANN[4]) fand das specifische Gewicht für Sollinger Gussstahl wie folgt:

---

1) HAUSMANN, Molekularbewegungen. 1856. S. 44.
2) DINGL. Bd. 168. S. 36. — B. u. h. Zgt. 1863. S. 280.
3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 264.

	Ungehärtet.	Gehärtet.
Unschweissbarer G. . . .	7,8439	7,7670
Schweissbarer G.	7,8577	7,8012

Härte.

Härte. Dieselbe hängt hauptsächlich von dem Kohlenstoffgehalt des Stahls ab und ist um so geringer, je kohlenstoffärmer (die weichsten Stahlsorten enthalten 0,6 — 1 % Kohlenstoff), und um so grösser, je kohlenstoffreicher der Stahl, je mehr er sich also dem weissen Roheisen nähert, wonach denn auch seine sonstigen Eigenschaften (Festigkeit, Schmelzbarkeit, Schweissbarkeit etc.) variiren. So nehmen z. B. mit wachsendem Kohlenstoffgehalt Strengflüssigkeit, Schweissbarkeit, Zähigkeit und Festigkeit ab. Ungehärteter Stahl mit dem richtigen Kohlenstoffgehalt (1,4 — 1,5 %) ist wenig härter, als Schmiedeeisen, wird aber bei gleichem Kohlenstoffgehalt beim Härten um so härter, je höher die Anheiztemperatur und je niedriger die Temperatur oder je stärker die Wärmeleitungsfähigkeit der Härteflüssigkeit. Je grösser letztere und je bedeutender die Temperaturdifferenz, um so härter, aber auch um so spröder wird der Stahl, er wird glashart, lässt sich von keiner Feile angreifen und selbst pulvern.

Da der Stahl in diesem Zustande nicht anwendbar ist, so benimmt man ihm seine Sprödigkeit durch Erhitzen (Anlassen) bis zu einer gewissen Temperatur und darauf folgende Abkühlung, wo sich dann der gewünschte Härtegrad zeigt. Zur Bestimmung der richtigen Temperatur beim Anlassen dienen die später zu erwähnenden Anlauffarben. Je geringer die Temperaturdifferenz, bei welcher der Stahl den gewünschten Härtegrad annimmt, um so brauchbarer pflegt er zu sein, da er dann den entsprechenden Kohlenstoffgehalt besitzt.

Sprödigkeit als Folge der durchs Härten erlangten Härte und Mangel an Festigkeit sind nicht zu verwechseln; je spröder der Stahl nach dem Härten, um so schlechter ist er, und zwar rührt die Sprödigkeit meist von der nicht tadellosen Beschaffenheit des Roheisens oder von ungleichmässig vertheiltem Kohlenstoff her.

Einen wesentlichen Einfluss auf die Härte kann auch die Anwesenheit fremder Substanzen im Stahl ausüben, und

zwar einen günstigen, wenn die Festigkeit nicht leidet (z. B. Wolfram), oder einen ungünstigen, wenn dieses der Fall ist oder der Stahl zu spröde wird (Phosphor, Silicium etc.). v. WALTENHOFEN [1]) hat ein sicheres Verfahren angegeben, die Härte des Stahls auf electromagnetischem Wege zu ermitteln.

Zu den kohlenstoffärmsten, weichsten Stahlsorten gehören das homogene Patenteisen (S. 565), das Bessemermetall und manche Sorten Puddelstahl, zu den kohlenstoffreicheren härteren namentlich Rohstahl und Cementstahl als Guss- oder Gärbstahl.

Festigkeit.

Festigkeit. Die absolute Festigkeit übertrifft die des Stabeisens bedeutend; die rückwirkende ist sehr gross und die relative variirt nach dem Härtungsgrad. Nach den Versuchen von UCHATIUS [2]) zeigten Stäbe von 4 Zoll Länge und 1/4 Zoll Seite nachstehende absolute Festigkeiten: Geschützbronze 34000, Geschützgusseisen 38000, bestes steyersches Schmiedeeisen 52000, nicht gehärteter steyerscher Federstahl 90000, desgleichen KRUPP'scher Stahl 100000, desgleichen HUNTSMANN-Stahl 120000, desgleichen englischer Federstahl 110000, desgleichen preussischer Federstahl 110000, desgleichen steyersches Stahlblech längs der Faser 80000, quer der Faser 83000, härtester UCHATIUS-Stahl 140000, weicher UCHATIUS-Stahl 100000, weicher Gussstahl von Carlswerk bei Neustadt-Eberswalde 109920 und harter 181120 Pfd.

MALBERG fand folgende Festigkeitsgrade: angelassener Gussstahl 150000, Gussstahl 134256, raffinirter Brennstahl 124400, unraffinirter Brennstahl 133152 und Puddelstahl 112000 Pfd. Auf die absolute Festigkeit haben einen Einfluss:

a) Der Härtegrad des Stahls. Während guter ungehärteter Stahl von 1 Q.-Z. Querschnitt bei einer Belastung von etwa 120000 Pfd. zerreisst (Stabeisen trägt nur etwa 59000 Pfd.), so kann die Festigkeit bis auf 150000 Pfund

---

1) DINGL. Bd. 107. S. 201, 346.

2) DINGL. Bd. 155. S. 234. — Ueber absolute Festigkeit verschiedener Eisen- und Stahlsorten, von homogenem Patenteisen etc. siehe B. u. h. Ztg. 1857. S. 165. — Polyt. Centralbl. 1862. S. 580. — DINGL. Bd. 149. S. 394.

steigen, wenn man dem Stahl die richtige Härte gibt, während die Festigkeit auf 110000 Pfd. sinkt, sobald der Stahl zu stark gehärtet wird. Es ist danach nicht die grösste Härte mit der grössten Festigkeit verbunden.

b) Der Kohlenstoffgehalt. Nach den Untersuchungen von VICKERS[1]) nimmt die Cohäsion des Stahls bis zu einem Kohlenstoffgehalt von $1\frac{1}{4}$% zu, bei mehr aber wieder ab.

Da Gussstahl, um schmelzbar zu bleiben, eines gewissen Kohlenstoffgehaltes bedarf, so zeigt derselbe je nach diesem verschiedene Festigkeitsgrade. Der besonders wegen seiner Zähigkeit und Festigkeit neben grosser Gleichartigkeit berühmte KRUPP'sche Gussstahl verdankt diese Eigenschaften, ausser der sorgfältigen mechanischen Bearbeitung, hauptsächlich seinem geringeren Kohlenstoffgehalt, welcher allerdings den Gussstahl strengflüssiger macht; man gibt deshalb den Schmelzöfen einen stärkeren Zug, als sonst üblich. Bei einem grösseren Zusatze an Kohlenstoff wird der Stahl zwar schmelzbarer und bei plötzlicher Abkühlung härter, aber Schweissbarkeit und Festigkeit nehmen ab. Da das Gefüge des Stahls unverändert bleibt unter Einwirkung von Umständen, welche dasjenige des Schmiedeeisens krystallinisch machen (S. 414), so wird ersterer häufig statt des letzteren in seinen kohlenstoffärmeren Modificationen (homogenes Pateneisen, Bessemermetall etc.) angewandt, welche auch eine höhere Belastung, als das Schmiedeeisen vertragen.

c) Die mechanische Bearbeitung. Je öfter und länger dieselbe wiederholt wird, um so gleichartiger und fester wird der Stahl; kommen noch wiederholte Glühhitzen hinzu, so verliert der Stahl an Kohlenstoff, womit, wie eben angeführt, die Festigkeit zunehmen kann. Eine grössere Festigkeit des Stahls ist wahrscheinlich mehr der sorgfältigeren Behandlung, als dem Kohlenstoffgehalte zuzuschreiben, welche demselben auch Vorzüge vor dem Stabeisen hinsichtlich der Homogenität gibt, da dieses nie einer so wiederholten Bearbeitung durch Gärben, Hämmern und Walzen unterworfen wird. Das Stabeisen ist hauptsächlich um des-

1) B. u. h. Ztg. 1862. S. 264.

willen neuerdings so häufig durch weichen Stahl oder körniges Stabeisen ersetzt, weil diese Producte viel homogener und deshalb fester und elastischer sind, gleichzeitig aber mit dem Eisen die Eigenschaft der Schweissbarkeit theilen. Dagegen ist aus weissem Roheisen resultirendes Stabeisen billiger, als Feinkorneisen und genügt für viele Zwecke. Der nicht selten beim Rohstahl vorkommende Rohbruch in Folge eines ungleichmässigen Frischens wird, wenn er nicht zu bedeutend, durch wiederholtes Gärben oder Umschmelzen beseitigt.

d) Die Beschaffenheit des Rohmaterials und die Darstellungsmethode des Stahls. Rohstahl verliert im Allgemeinen z. B. seine Stahlnatur beim wiederholten Glühen viel weniger und hält den Kohlenstoff inniger gebunden, als mancher Cementstahl. Die schönen Spatheisensteine Steyermarks und Kärnthens geben zwar alle einen dem äusseren Ansehn nach guten Rohstahl, der beste aber, welcher sich durch leichte Schweissbarkeit, Härte und Festigkeit auszeichnet und bei wiederholter Bearbeitung in der Hitze wenig an Härte verliert, erfolgt nur aus einer ganz bestimmten Sorte von Spatheisensteinen, aus den Haupteisenwurzeln des Erzberges zu Eisenerz in Steyermark und zu Hüttenberg in Kärnthen. Es findet dann aber wieder ein wesentlicher Unterschied in Gleichartigkeit und Härte des aus dem Haupteisenwurzeleisen dargestellten Rohstahls statt, je nach der gewählten Frischmethode (steyermärker, kärnthner oder paaler Methode). Da die Ursache eines derartigen Verhaltens nach äusseren Merkmalen nicht immer wahrgenommen werden kann, so erklärt sich daraus das zähe Festhalten mancher Stahlwerke an ihrem seit langer Zeit betriebenen Stahlerzeugungsverfahren.

e) Fremde Beimengungen. Es kommen hier fast dieselben Körper ins Spiel, wie beim Schmiedeeisen (S. 417), nur wirken sie mehr oder weniger intensiv, bald günstig (Wolfram, Titan), bald ungünstig (Silicium, Schwefel, Phosphor, Kupfer etc.). Gewöhnlich sind sie in geringerer Menge vorhanden und weniger von Einfluss, als im Stabeisen, weil man zur Stahlbereitung ein reineres Roheisen nimmt — die fremden Substanzen würden sich bei einem unreineren Roh-

eisen im Stahl mehr, als im Frischeisen anhäufen — und den Stahl im Allgemeinen vorsichtiger behandelt, als das Stabeisen.

In Folge eingemengten Eisenoxyduloxyds durch schlechtes Schweissen oder Ganzmachen unter dem Hammer bilden sich, namentlich beim Rohstahl, unganze Stellen; zuweilen sind Schlackentheile beigemengt, seltener beim Herdfrisch-, als beim Puddelstahl. Solchen Stahl nennt man wohl faulbrüchig. Rothbruch zeigt sich nicht selten in Folge eines Schwefel-, namentlich eines Kupfergehalts in Gestalt von feinen, Rauigkeit erzeugenden, Glühspan einschliessenden und häufig nur mittelst einer Loupe zu erkennenden Kantenrissen, wenn man den Stahlstab bei Rothglühhitze dünn ausreckt und in kaltes Wasser thut. In Folge des Rohbruches entstehende Kantenrisse (Hartschricke) verschwinden beim Raffiniren des Stahls. Guter Stahl ist unter den angegebenen Verhältnissen frei von Kantenrissen, an den Kanten glatt und frei von Glühspan. Kaltbruch in Folge eines Phosphorgehaltes tritt selten auf, weil man möglichst reines Roheisen anwendet; dagegen findet sich häufiger Kaltbruch bei verbranntem, rohbrüchigem oder kalt bearbeitetem Stahl.

Elasticität.

Elasticität. [1]) Diese Eigenschaft, Biegsamkeit und Federkraft, besitzt guter Stahl in hohem Grade, und sie steht mit der Härte im Einklang. Mit wechselnder Härte ändert sich auch die Elasticität, und beide geben vereinigt die beste Stahlqualität, wenn der von Unreinigkeiten freie, richtig gekohlte Stahl bei einer seiner Natur entsprechenden Temperatur erhitzt und in einem passenden Härtemittel abgekühlt ist. Einen harten, wenig festen und spröden Stahl nennt man wild.

Verhalten in der Hitze.

Verhalten in erhöhter Temperatur. Wird Stahl erhitzt, so nimmt er mit steigender Temperatur wechselnde Anlauffarben an; er wird bei 220° blassgelb, bei 230° strohgelb, bei 255° braun, bei 265° purpurfleckig, bei 277° purpurfarben, bei 288° hellblau, bei 293° dunkelblau und bei 316° schwarzblau. Kühlt man den durchs Glühen weicher gewordenen Stahl stark ab, so erhält er ein feinkörnigeres

1) Elasticität Oesterr. Stahl- und Eisensorten: Oesterr. Ztschr. 186[illegible] No. 27. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 336.

Gefüge bei verringertem specifischen Gewicht und wird bei gleichem Kohlenstoffgehalt um so härter, je grösser die Temperaturdifferenz bei der Härtung war. Solcher gehärteter Stahl lässt sich durch Erhitzen (Anlassen) wieder weicher machen; er bleibt auch weich, wenn man den geglühten Stahl langsam erkalten lässt. Bei verstärkter Temperatur erhält der Stahl die Eigenschaft des Stabeisens, schweissbar zu sein, aber früher, als dieses, verliert dabei je nach seiner Darstellungsweise mehr oder weniger Kohlenstoff, wenn der Luftzutritt nicht abgeschlossen ist, wird dann bei länger fortgesetzter Glühhitze verbrannt und in Folge dessen mürbe und grobkörnig. Erhitzt man den Stahl beim Schweissen zu stark, so erhält er ein krystallinisches Gefüge und zerbröckelt unter dem Hammer. Auch darf der Stahl nicht so starke und so tief eindringende Hammerschläge, wie Eisen erhalten. Cementstahl minderer Qualität gibt seinen Kohlenstoff leichter, als Rohstahl und Gussstahl ab. Die Schweissbarkeit nimmt mit dem Kohlenstoffgehalt ab, während die Härte wächst. Während Cementstahl bei seinem verhältnissmässig hohen Kohlenstoffgehalt leicht schweissbar ist — wahrscheinlich weil beim Erhitzen ein Theil des lose gebundenen und ungleichmässig vertheilten Kohlenstoffs verbrennt —, so ist daraus hergestellter Gussstahl, welcher dessen ganzen Kohlenstoffgehalt inniger gebunden enthält, nur schwierig schweissbar und man stellt zuweilen recht harte und dann unschweissbare Gussstahlsorten, die sich dem luckigen Roheisen (S. 331) nähern, dadurch her, dass man beim Schmelzen etwas weisses Roheisen oder Kohle zusetzt. Solcher Stahl wird dann bei einer unter der Schweisshitze liegenden Temperatur geschmiedet (z. B. Stahl zu Stuffmeisseln).

Erhitzt man den Stahl über die Schweisshitze hinaus, so beginnt er zu schmelzen, und zwar nimmt die Schmelzbarkeit mit dem Kohlenstoffgehalt zu, so dass nach PLATTNER und SCHEERER der Schmelzpunct zwischen 1700 bis 1900, durchschnittlich bei 1850° C. liegt. TUNNER[1]) ermittelte den Schmelzpunct des weissstrahligen Roheisens zu 1600,

1) Leoben. Jahrb. 1860. IX, 291.

des reinen grauen Holzkohlenroheisens zu 1700, des harten Stahls zu 1850 und des harten Stabeisens zu 2000° C. Wie bereits (S. 293) bemerkt, hat POUILLET niedrigere Schmelzpuncte beobachtet (für leichtflüssiges weisses Roheisen 1050, für strengflüssiges 1100, für graues Roheisen vom ersten Guss 1100, vom Umschmelzen 1200, für Spiegeleisen und stahlartiges Roheisen 1250, für Stahl 1300—1400 und für Stabeisen 1600° C.), welche aber noch weiterer Bestätigung bedürfen, ehe man die älteren, auch von Autoritäten ermittelten Schmelztemperaturen aufgeben wird.

Verschiedene Ansichten.

§. 97. **Constitution des Stahls.** Ueber die chemische Constitution des Stahls und die wahren Bedingungen zu seiner Bildung herrschen zur Zeit noch widerstreitende Ansichten; es bedarf noch weiterer wissenschaftlicher Forschungen, damit der practische Metallurg den Prozess ganz in seine Gewalt bekommt und völliges Licht über manche noch unklare empirische Beobachtungen erhält.

Seitdem der schwedische Chemiker BERGMANN in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts auf die Rolle aufmerksam gemacht, welche der Kohlenstoff bei der Bildung der verschiedenen Eisensorten spielt, hat man den Stahl lange Zeit, und dies geschieht auch zum grossen Theil noch jetzt, nur für eine Verbindung von Eisen mit einem in gewissen Grenzen schwankenden Kohlenstoffgehalte gehalten, dessen Grösse und mehr oder weniger gleichmässige Vertheilung die Güte des Stahls bedingt.

In diesem Sinne sieht GURLT[1]) den Stahl als $Fe^8C + Fe$, TUNNER[2]) als $Fe^4C + Fe$, LOHAGE[3]) als gewisse Kohlenstoffverbindungen ($Fe^{12}C$, $Fe^{20}C$, $Fe^{28}C$) mit tetraëdrischen Molekülen, welche sich härten lassen, im Gegensatz zu solchen nicht härtbaren Verbindungen von octaëdrischen Molekülen an, und v. MAYRHOFER[4]) stellt für verschiedene Stahlsorten nachstehende chemische Formeln auf:

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 502. — Berggeist 1860. No. 19.
2) Leoben. Jahrb. 1861. X, 480.
3) Zeitschrift des Ver. deutscher Ingen. 1857. S. 268. — B. u. h. Ztg. 1858. S. 48. — Berggeist 1858. S. 14.
4) Leoben. Jahrb. 1861. X, 437.

	Formel.	Fe	C
Harter Roh- und Gussstahl.	$Fe^6 C$	98,16	1,84
Guss- und Gärbstahl, seiner Sprödigkeit wegen zu Federn und Saiten nicht gut zu verwenden.	$Fe^7 C$	98,42	1,58
	$Fe^8 C$	98,61	1,39
	$Fe^9 C$	98,77	1,23
	$Fe^{10} C$	98,89	1,11
Guss- und Gärbstahl, seiner Elasticität wegen zu Federn und Saiten verwendbar.	$Fe^{11} C$	98,99	1,01
	$Fe^{12} C$	99,06	0,94
	$Fe^{13} C$	99,14	0,86
	$Fe^{14} C$	99,20	0,80
	$Fe^{15} C$	99,25	0,75
	$Fe^{16} C$	99,30	0,70
	$Fe^{17} C$	99,34	0,66
Weicher Puddelstahl, Feinkorneisen	$Fe^{18} C$	99,38	0,62

Verbindungen unter $Fe^{18} C$ lassen sich nicht mehr härten und gehen in Schmiedeeisen über. Gegärbter Brescianstahl von der Zusammensetzung $Fe^{10} C$ ist nach v. MAYRHOFER elastischer, als der englische Gussstahl von $Fe^{12} C$; es gibt englischen Uhrfederstahl von der Zusammensetzung $Fe^{11} C$ bis $Fe^{12} C$, aber auch solchen von $Fe^{15} C$ bis $Fe^{17} C$.

Dass in der Praxis als ausgezeichnet befundene Stahlsorten nur aus Eisen und Kohlenstoff bestehen, ist durch eine Menge chemischer Analysen nachgewiesen. SCHAFHÄUTL [1]) focht diese Ansicht zuerst an, indem er behauptete und durch analytische Belege nachzuweisen suchte, dass das Silicium ein ebenso nothwendiger Bestandtheil im Stahl sei, als Kohlenstoff, während andere Analytiker in vielen guten Stahlsorten keinen nennenswerthen Siliciumgehalt gefunden haben; desgleichen ist es problematisch geblieben, ob geringe Zusätze von Platin, Nickel, Silber, Chrom etc. (I. 722; III. 57), welche sich durch die Analyse kaum nachweisen lassen, denjenigen guten Einfluss auf die unter dem Namen Platin-, Nickel-, Chromstahl etc. bekannten Stahlsorten ausüben, welchen man ihnen zuschreibt, oder ob dieser allein in einer zweckmässigen Behandlung dieser Stahlsorten zu suchen ist. Der günstige Einfluss dieser Substanzen

1) PRECHTL's technol. Encyklop. Art: Stahl. Bd. XV.

kann nach v. MAYRHOFER [1]) und Andern vielleicht darin liegen, dass sie sich mit für den Stahl schädlichen Stoffen (Schwefel, Silicium etc.) verbinden und dann ausscheiden; vom Mangan ist wenigstens eine derartige Wirkung bekannt, während sich Wolfram und Titan im Stahl nachweisen lassen und dessen Güte erhöhen. Nach FREMY [2]) sollen letztere Stoffe Stickstoff im Stahl zurückhalten und dadurch die Stahlbildung begünstigen.

Noch verwirrter sind die Ansichten über die nothwendigen Bestandtheile eines guten Stahls geworden, seitdem MALBERG [3]) durch seine Versuche über Regeneration von verbranntem Stahl (S. 577) zu beweisen suchte, dass der Kohlenstoff kein wesentlicher Bestandtheil des Stahls sei und verbrannter Stahl anscheinend ohne Zuführung von Kohle alle seine ursprünglichen guten Eigenschaften wieder erhalten könne. Dieser Ansicht schien FUCHS [4]) beizustimmen, welcher als wesentlichen Unterschied des Stahls von Stabeisen und Roheisen die verschiedene Krystallform erkennen wollte. Danach sollte Stabeisen ein Aggregat von würfeligen, Roheisen ein solches von rhomboëdrischen Krystallen sein und Stahl die Mitte zwischen beiden innehalten. Durch

eisen und Stahl (I. 722; III. 52) ist schon 1822 von FARADAY[1]), dann von DESPRETZ[2]), SCHAFHÄUTL[3]), MARCHAND[4]), LIEBIG[5]), BOUSSIGNAULT[6]), BOUIS[7]) u. A. hingewiesen, sowie auch namentlich von LIEBIG angedeutet, dass derselbe eine Rolle bei der Stahlbildung spiele. Dass sich Eisen überhaupt mit Stickstoff verbindet, weiss man schon länger; ROGSTADIUS[8]) stellte z. B. Verbindungen von $Fe^5 N$ und $Fe^6 N$ her.

Nach BINKS[9]) hat nun der englische Stahlwaarenfabrikant SAUNDERSON[10]) erst vor einigen Jahren experimentell nachgewiesen, dass Eisen nur bei gleichzeitiger Einwirkung von Stickstoff und Kohlenstoff in Stahl übergehe, dagegen aber nicht, wenn jeder dieser Stoffe für sich wirkt. Dem steht die längst bekannte Thatsache entgegen, dass weiches Eisen durch Kohlenwasserstoffgas allein in Stahl verwandelt werden kann[11]) (MACINTOSH's Methode).

Während nach FREMY Stickstoff in die Verbindung des Stahls eingehen soll, so ist dies von CARON[12]) zu widerlegen und nachzuweisen versucht, dass der Stickstoff indirect die Stahlbildung befördert, indem er zur Bildung von Cyan beiträgt, welches, wie längst bekannt (I. 43; III. 289), kräftig kohlend wirkt, wobei entweder das Cyangas Kohlenstoff direct ans Eisen abgibt oder sich erst Cyaneisen bildet und dieses dann in Kohlenstoffeisen und Stickstoff zerlegt wird. Der entbundene Stickstoff ist im Stande, immer wieder neues

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 304.
2) DINGL. Bd. 36. S. 140; Bd. 158. S. 212.
3) ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 19. S. 408; Bd. 76. S. 257.
4) ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 49. S. 351.
5) Schles. Wochenschr. 1860. S. 408. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 389.
6) Polyt. Centralbl. 1861. S. 416. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 416.
7) Polyt. Centralbl. 1861. S. 997.
8) ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 86. S. 31, 307.
9) B. u. h. Ztg. 1859. S. 202; 1861. S. 388. — Berggeist 1858. S. 14.
10) B. u. h. Ztg. 1859. S. 202; 1861. S. 336.
11) B. u. h. Ztg. 1862. S. 119, 264. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 37. — ERDM., J. f. pr. Chem. II, 333. — KARST., Arch. 1 R. XIV, 446. — DINGL. Bd. 160. S. 215.
12) Polyt. Centralbl. 1861. S. 934, 997, 1067. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 335, 415.

Cyan zu bilden. Diese letztere Ansicht ist die wahrscheinlichere und es erklärt sich danach die Bildung des Cementstahls der Hauptsache nach ganz ungezwungen, da die von LE PLAY, LAURENT und STAMMER (I. 43; III. 289) beobachtete kohlende Wirkung des Kohlenoxydgases weit schwächer ist. Der Kohlenstoff des Cementirpulvers verbindet sich bei der Schmelzhitze des Kupfers (1000—1170° C.) mit dem Stickstoff der in ersterem eingeschlossenen oder der sonst zutretenden Luft bei Gegenwart der Alkalien im Holzkohlenpulver zu Cyanalkalien, welche sich verflüchtigen und zunächst auf die Oberfläche des Eisens kohlend wirken. Die gebildete Kohleneisenschicht ist porös und gestattet dem dampfförmigen kohlenden Agens immer neue Angriffspuncte im Innern auf das Eisen. Nach CARON [1]) ist als Cementirpulver ein Gemenge von 3 Thln. Kohle und 1 Thl. kohlensaurem Baryt besonders wirksam; es bildet sich, allerdings bei einer etwas höheren Cementir-Temperatur als sonst Cyanbarium, welches, weniger flüchtig als Cyanalkalien, die Cementation beschleunigt (von 3—4 Stunden auf $1/2$ Stunde reducirt) und sehr lange wirksam bleibt, indem man nur von Zeit zu Zeit den Abgang an Kohle zu ersetzen braucht. Zur Oberflächenverstahlung eignet sich ein Gemisch von Leuchtgas und Ammoniak, aus welchem sich ebenfalls Cyan bilden kann, und vielleicht ist das auch als Kohlungsmittel angewandte Kohlenoxydgas und Leuchtgas ammoniakhaltig gewesen.

Neuerdings haben sich auch GRUNER [2]) und RAMMELSBERG (S. 52) gegen einen Stickstoffgehalt im Stahl erklärt.

ZANDER [3]) kommt bei einer Beleuchtung der über die Constitution des Stahls aufgestellten Ansichten und erwiesenen Thatsachen zu dem wahrscheinlichen Resultat, dass die Stahlsorten sehr complicirt zusammengesetzte und durchaus noch nicht hinreichend erforschte Eisensorten sind, im allgemeinsten Sinne Gemenge verschiedener chemischer Verbindungen des Eisens

1) DINGL. Bd. 160. S. 214. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 118. — Leoben. Jahrb. 1863. XII, 65.
2) DINGL. Bd. 160. S. 215. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 118. — Allgem. b. u. h. Ztg. 1863. S. 6.
3) Preuss. Ztschr. 1863. XI, 270.

und seiner electropositiven Vertreter (Mangan, Chrom, Nickel, Wolfram, Aluminium etc.) mit Metalloiden (Kohlenstoff, Silicium und Bor oder Phosphor, Antimon, Arsen und Stickstoff oder Schwefel), unter denen die Kohle die hervorragendste Stelle einnimmt. Je nach der Anwesenheit des einen oder andern dieser Körper ändern sich die Eigenschaften des Stahls, indem sie bald schädlich, bald günstig wirken, namentlich gewisse Eigenschaften, wie Härte, zuweilen auf Kosten anderer, wie der Schweissbarkeit, Elasticität, Festigkeit etc., hervorrufen. Auch haben diese Stoffe Einfluss auf die Temperaturen, bei denen die verschiedenen Stahlsorten das Härtemaximum annehmen und sich am leichtesten bearbeiten lassen. Welche Eigenschaften der eine oder andere dieser Stoffe im Stahl hervorruft, oder ob mehrere derselben dazu vorhanden sein müssen, darüber ist man im Allgemeinen noch nicht im Klaren, nur sucht man dem Stahl einen gewissen Kohlenstoffgehalt zu geben, ohne von der directen oder indirecten günstigen Wirkung auch anderer Substanzen viel Notiz zu nehmen. Neben den chemischen Einflüssen letzterer werden die Eigenschaften des Stahls auch durch physikalische bedingt, z. B. ist die grössere Festigkeit des Stahls dem Stabeisen gegenüber eine Folge der nicht auftretenden Krystallisationstendenz und der Hervorbringung möglichster Dichtigkeit durch mechanische Mittel, sowie grösserer Gleichartigkeit, z. B. durch Umschmelzen.

Theorie des Stahlhärtens.

Auch über die Vorgänge beim Stahlhärten gehen die Ansichten noch aus einander. Nach HAUSMANN [1]) tritt beim Ablöschen des geglühten Stahls eine Veränderung der Lage der Moleküle ein; der durch die Wärme ausgedehnte Stahl kann sich bei der plötzlichen Abkühlung nicht eben so schnell zusammenziehen, als er seine Wärme verliert, in Folge dessen bleibt bei verringertem specifischen Gewicht (S. 571) sein Volumen grösser und es tritt durch die künstlich erhaltene Ausdehnung der Moleküle eine solche Spannung derselben unter einander hervor, dass sie sich als bedeutende Härte äussert. Dieselbe verschwindet beim Erhitzen (Anlassen) durch Aufhebung der künstlichen Ausdehnung. Die

1) HAUSMANN, Molekularbewegungen. 1856. S. 43.

Veränderung, welche das Gefüge des Stahls erleidet, hängt von dem Unterschiede der Temperatur beim Härten und der ursprünglichen Beschaffenheit des Stahls ab. Derselbe büsst sein krystallinisches Korn um so vollkommner ein, je gleichmässiger das Gefüge vor dem Härten war, weshalb Gussstahl von allen Stahlsorten die auffallendste Veränderung erleidet, indem bei ihm durch angemessenes Härten das Korn fast ganz verschwindet und der Bruch dicht, eben, flachmuschlig werden kann. Der Glanz vermindert sich um so mehr und die Farbe ist um so lichter, je feiner das Korn wird.

Nach TUNNER [1]) ist im gehärteten Stahl der Kohlenstoff als Viertelcarburet verbunden und dieses in den feinsten Krystallen in der übrigen Eisenmasse vertheilt; beim Ausglühen des Stahls krystallisirt mehr oder weniger Graphit in so feinen Partien aus, dass man ihn nicht als solchen erkennen, sondern nur eine dunklere Farbe an der Bruchfläche wahrnehmen kann. Die Analysen Bd. I. S. 723 bestätigen einen häufigen Graphitgehalt des Stahls.

Nach JULLIEN [2]) enthält gehärteter Stahl krystallinischen Kohlenstoff, welcher beim Anlassen des Stahls in amorphen übergeht. Eine ähnliche Ansicht hat HEZNER [3]) ausgesprochen: das beim Cementiren weich werdende tesserale Schmiedeeisen nimmt Kohlenstoff als Graphit auf und dieser erregt die Tendenz zur Krystallisation in rhomboëdrischer Gestalt. Dadurch wird die Cohärenzkraft der tesseralen Form theilweise überwunden und der Stahl ist, was bereits FUCHS (S. 580) bemerkt hat, eine Vereinigung beider Systeme. Im ungehärteten Stahl herrscht das tesserale, im gehärteten das rhomboëdrische System vor und der Stahl kommt um so mehr dem rhomboëdrischen Spiegeleisen nahe, je stärker er gehärtet worden. Da das specifische Gewicht des rhomboëdrischen Eisens geringer, als das des tesseralen, so erklärt sich daraus das geringere specifische Gewicht des ge-

1) Leoben. Jahrb. 1861. X, 480.
2) JULLIEN, Eisenhüttenkunde, deutsch von HARTMANN. 1861. S. 12. — Bullet. de la société de l'industrie minérale. I, 566; II, 202, 644.
3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 140.

härteten Stahls, sowie das Weicherwerden des Stahls beim Anlassen, indem bei steigender Hitze das tesserale System immer mehr hervortritt. Beide Eisensorten bleiben in steter Spannung im Eisen und besitzen einen verschiedenen Löslichkeitsgrad in Säuren.

DEVILLE [1]) stellt die Ansicht auf, dass Eisen und Kohlenstoff sich bei hoher Temperatur verbinden und bei langsamem Erkalten jeder dieser Körper für sich auskrystallirt und zwar der Kohlenstoff als Graphit, durch Säuren abzuscheiden. Beim Härten geht der Kohlenstoff in den amorphen Zustand über und es erfolgt ein weniger dichter, ganz in Säuren löslicher Stahl. Beim Anlassen bildet sich wieder krystallinischer Kohlenstoff (ähnlich wie beim Entglasen des Glases durch Erhitzen oder analog dem Verhalten des rasch erkalteten amorphen Schwefels, welcher beim Erwärmen bis zu einer Temperatur unter 100° C. wieder octaëdrisch wird).

Nach CARON [2]) findet beim Härten des Stahls eine innigere Verbindung des Eisens mit Kohlenstoff statt, indem gehärteter Stahl weniger graphitartigen Rückstand beim Auflösen in Säure hinterlässt, als ungehärteter. Eine ähnliche, jedoch schwächere und einseitigere Wirkung hat das Hämmern des Stahls, in noch geringerem Grade das Walzen.

Wahrscheinlich findet beim Stahlhärten neben einer solchen chemischen Wirkung eine physikalische in der von HAUSMANN angegebenen Weise statt.

Allgemeine Wirkung.

§. 98. Einfluss fremder Beimengungen auf die Eigenschaften des Stahls. Wie bemerkt, kann dieser Einfluss bald ein ungünstiger, namentlich Festigkeit und Elasticität des Stahls beeinträchtigender sein (Schwefel, Phosphor, Silicium, Kupfer etc.), bald ein günstiger, wobei es aber noch nicht völlig entschieden ist, ob dann die betreffenden Körper immer in die Mischung des Stahls eingehen, oder ob sie nur reinigend auf letzteren wirken, indem sie sich mit andern anwesenden schädlichen Stoffen vereinigen und dann aus dem Stahl abscheiden, wie dies auch beim Roheisen (S. 14) beobachtet ist.

1) DINGL. Bd. 168. S. 174.
2) DINGL. Bd. 168. S. 36.

Es kommen hauptsächlich in Rücksicht:

Sauerstoff, Wasser.

Sauerstoff und Wasser, wirken auf Stahl weniger ein, als auf Stabeisen und graues Roheisen, und Säuren lösen denselben, je nachdem er ungehärtet oder gehärtet ist, mehr oder weniger leicht auf.

Kohlenstoff.

Kohlenstoff [1]) in erhöhter Temperatur mit Stahl zusammengebracht, verwandelt denselben in ein körniges, mürberes, roheisenartiges Product. Der Kohlenstoffgehalt des Stahls bedingt im Wesentlichen dessen Haupteigenschaften; mit demselben wächst die Härte (S. 572), aber Strengflüssigkeit (S. 577) und Schweissbarkeit (S. 577) nehmen ab. Wie aus den v. MAYRHOFER'schen Formeln (S. 579) hervorgeht, so enthält der weichste Stahl etwa $^3/_4$ %, der härteste und dann fast unschweissbare über 1,8 % Kohlenstoff; von bester Qualität ist ein Stahl mit 1,4—1,5 % Kohlenstoffgehalt. Nach den Bd. I S. 723 mitgetheilten Analysen enthält Rohstahl 0,9851 (Edelstahl von Lohe) bis 2,44 % (harter Stahl von Reichraming) theils chemisch gebundenen Kohlenstoff, theils Graphit, Cementstahl 0,496—1,87, Gussstahl 0,86 bis 1,94 %, letzterer unschweissbar, hämmerbares Gusseisen 0,88 bis 1,52 %, TUNNER'scher Glühstahl 0,86—1,20 % Kohlenstoff.

EGGERTZ [2]) hat ein colorimetrisches Verfahren zur Bestimmung des Kohlenstoffs angegeben, welches mit bestem Erfolge für Bessemerstahl in Schweden angewandt wird. Der durch die Probe gefundene, in Zehnteln angegebene Kohlenstoffgehalt drückt den Härtegrad des Bessemerstahls oder Eisens aus und wird durch Ziffern nach dem Ausrecken des Stahls auf demselben angedeutet. Der geringste in Schweden gefundene Kohlenstoffgehalt eines Bessemer-Eisens war 0,08 %, bei 0,5 % nimmt das Eisen schon Härtung an und geht in Stahl über, steigt in den härtesten, zu gewöhnlichen Zwecken angewandten Stahlsorten selten über 1,5 % und wächst im Zieheisenstahl (luckiges Eisen, S. 331) auf 3,3 %. Damascenerstahl von Zlabtoust hielt 1,25 % Kohle und 0,68 % Graphit.

1) KARST., Arch. 2 R. XXV, 218.

2) B. u. h. Ztg. 1863. S. 374. — Siehe auch: LÖWE über die Bestimmung des Gesammtkohlenstoffgehaltes im Stahl: DINGL. Bd. 148. S. 432.

Schwefel. Schwefel.[1] Gegen denselben ist Stahl, wohl wegen der höheren Kohlung, etwas weniger empfindlich, als Stabeisen, veranlasst aber, in einer gewissen Menge vorhanden, Rothbruch (S. 576) und macht den Stahl bei niedrigerer Temperatur schweissbar. Der Schwefelgehalt lässt sich am einfachsten nach dem EGGERTZ'schen Verfahren[2] mittelst Silberbleches bestimmen und ergab dasselbe in den angesehensten Stahlsorten einen solchen von 0—0,012 %.

Der Schwefelgehalt ist, wie im Stabeisen (S. 419), in verschiedenen Theilen eines Stahlstabes öfters ungleichmässig vertheilt und dies scheint auch im geringeren Grade selbst beim Gussstahl der Fall zu sein.

Nach CARON's[3] Versuchen trägt ein Mangangehalt bei der Stahlbereitung zur Abscheidung des Schwefels bei.

Phosphor. Phosphor bewirkt ebenfalls ein früheres Schweissen des Stahls, findet sich aber selten, weil man phosphorhaltige Erze nicht anwendet, in solcher Menge, dass er den Stahl kaltbrüchig (S. 576) macht. Nach JULLIEN vertreibt Phosphor den Kohlenstoff in der Hitze und benimmt dem dann gehärteten Stahl alle Festigkeit. Nach CARON[4] trägt ein Mangangehalt zur Abscheidung des Phosphors aus dem Stahl nicht bei. EGGERTZ[5] hat mittelst seines analytischen Verfahrens in den am meisten geschätzten Stahlsorten 0,01 bis 0,02 % Phosphor, wohl von der Asche des Brennmaterials herrührend, gefunden. Letztere kann nach CARON[6] je nach der Art des Holzes und dem Baumtheil 0,08—0,10 % Phosphorsäure enthalten.

Silicium. Silicium. Ueber dessen Wirkung sind die Ansichten noch getheilt (S. 40). Während SCHAFHÄUTL[7] die Anwesenheit einer gewissen Menge Silicium im Stahl für erforderlich hält, damit derselbe beim Härten hart wird, so gehen

---

1) KARST., Arch. 2 R. IX, 465; X, 794.
2) B. u. h. Ztg. 1862. S. 95.
3) DINGL. Bd. 168. S. 380. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 372.
4) DINGL. Bd. 168. S. 380.
5) B. u. h. Ztg. 1860. S. 412.
6) DINGL. Bd. 169. S. 349.
7) ERDM., J. XIX, 139. — Bgwfd. VI, 355.

die meisten Ansichten dahin, dass das Silicium den Kohlenstoff theilweise ersetzen könne, dann aber immer die Festigkeit des Stahls beeinträchtige, wovon aber BESSEMER (S. 39) irrthümlich das Gegentheil glaubt. Die besten Stahlsorten enthalten oft nur Spuren von Silicium (Analysen Bd. I. S. 723). Nach KARSTEN verändert ein geringer Siliciumgehalt von 0,05% schon die Festigkeit des Eisens und zwar mehr, als ein gleicher Schwefel- und Phosphorgehalt.

Nach JULLIEN [1]) benimmt das Silicium dem Stahl in der Kälte seine Festigkeit, macht ihn in der Wärme weicher und schwieriger zu schweissen und veranlasst, in Gussstahl vorhanden, ein bedeutendes Schwinden desselben beim Erkalten, sowie ein Anfressen der Formen. In den gewöhnlichen Stahlsorten, z. B. zu Eisenbahnwagenrädern, Wagenachsen und Kesselblechen ist ein geringer Siliciumgehalt zu dulden, und zwar um so eher, je schwächer die Härtung ist; härtere Stahlsorten zur Verfertigung von Werkzeugen werden schon durch einen geringen Siliciumgehalt spröde und brechen aus.

Das beste Mittel zur Entfernung des Siliciumgehaltes aus dem Stahl ist nach CARON (S. 587) ein Mangangehalt im Rohmaterial.

Mangan.

Mangan übt bei der Stahlbereitung einen sehr günstigen Einfluss in mehrfacher Hinsicht aus, und zwar weniger dadurch, dass dasselbe in den Stahl hineingeht, als indirect dessen Bildung und Reinigung befördert. Nach CARON (S. 587) macht ein im Stahl befindlicher grösserer Mangangehalt denselben spröde und hart bei krystallinischem Bruchansehn, während eine geringe Menge (etwa $^5/_{1000}$) dadurch günstig zu wirken scheint, dass sie den als Graphit vorhandenen freien Kohlenstoff bindet und dadurch den härteren Stahl fester und schweissbarer macht (auf den MAYR'schen Werken zu Leoben wird sehr harter und fester, für Drehstähle und Schneidwerkzeuge besonders geeigneter Manganstahl dargestellt). Die Hauptwirkung besteht aber darin, dass das Mangan Silicium und Schwefel

---

1) Dessen Handbuch der Eisenhüttenkunde, deutsch v. HARTMANN. 1861. S. 32, 273.

aufnimmt und sich damit ausscheidet, ähnlich wie beim Roheisen (S. 14, 43, 52). Man versetzt mit aus diesem Grunde beim Bessemern in Sheffield das unreinere englische Koksroheisen mit dem manganhaltigen Siegen'schen Spiegeleisen (S. 9, 14, 53) und gibt überhaupt Zuschläge von Braunstein, Spiegeleisen, Kohlenmangan (S. 567) u. dgl., namentlich bei der Gussstahlbereitung. Ausserdem befördert aber das Mangan im Roheisen die Stahlbildung noch dadurch, dass dasselbe beim Frischen sich früher abscheidet, als der Kohlenstoff (S. 531), wodurch der Prozess in die Länge gezogen (was z. B. beim Bessemern sehr wichtig ist) und der Punct besser getroffen werden kann, wo der Stahl mit dem erforderlichen Kohlenstoffgehalte gebildet ist. Man zieht aus diesem Grunde rohes manganhaltiges Roheisen dem gefeinten vor, welches den grössten Theil seines Mangangehaltes verloren hat. Dann gibt das Mangan bei der Stahlbildung eine dünnflüssige Schlacke, welche als gute Decke die oxydirende Wirkung der Luft auf das Kohleneisen schwächt, bei der schwierigen Reducirbarkeit des Manganoxyduls selbst nicht oxydirend wirkt und leichter auszupressen ist, in Folge dessen der Stahl dichter und weniger leicht faulbrüchig wird. Das im Roheisen enthaltene Mangan wirkt günstiger, als ein Zusatz von Manganoxyd, z. B. beim Puddeln, weil letzteres unter Verwandlung in Oxydul in unerwünschter Weise auf den Kohlenstoff oxydirend einwirken kann. Von den Bedingungen zur Erzeugung eines möglichst manganreichen Roheisens war S. 162 die Rede. Ein grösserer Mangangehalt ist ein sicherer Bürge für die Reinheit des Roheisens.

Abweichend von den obigen Erfahrungen gibt SCHAFHÄUTL (S. 40) eine andere Erklärung für die Wirkung des Mangans bei der Stahlbereitung.

MUSHET [1]) wendet das Mangan in Verbindung mit Wolfram an.

Kupfer. Kupfer [2]) ist ein Hauptfeind des Stahls und macht

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 337.

2) DINGL. Bd. 66. S. 234. — STENGEL in: KARST., Arch. 2 R. IX, 465, X, 794.

denselben rothbrüchig, weshalb man z. B. in Schweden (S. 54) zur Darstellung von Cementstahleisen kupferkiesige Erze möglichst ausschliesst. Nach EGGERTZ (S. 54), welcher eine practische Methode zur Bestimmung eines geringen Kupfergehaltes im Stahle angegeben, zeigte Schmiedeeisen bei 0,5 % Kupfergehalt nur Spur von Rothbruch, Stahl aus solchem Eisen war dagegen untauglich; im Dannemoraeisen fand derselbe 0,03, in einigen ausländischen Stahlsorten etwa 0,2 % Kupfer.

Arsen. Arsen soll nach SCHAFHÄUTL (S. 55), in geringer Menge vorhanden, den Stahl fester und feinkörniger, bei mehr aber rothbrüchig machen.

Platin, Silber etc. Platin, Silber, Nickel, Iridium, Rhodium, Wolfram, Titan, Aluminium [1]) etc. sollen nach SCHAFHÄUTL (S. 57) und Anderen in geringer Menge vom Stahl aufgenommen werden und demselben grössere Härte und Festigkeit ertheilen. Da sich durch die chemische Analyse von diesen Stoffen in dem Stahl häufig nichts entdecken lässt, so kann in solchem Falle, wenn sie überall eine günstige Wirkung ausüben und diese nicht einer sorgfältigen Bearbeitung des Stahls zuzuschreiben ist, ihr Einfluss ein indirecter sein (S. 549). Von der Ansicht FREMY's über die Wirkungsweise dieser Stoffe war bereits (S. 580) die Rede.

Nach neueren Beobachtungen scheinen jedoch Wolfram und Titan in den Stahl in grösserer Menge einzugehen und auf denselben vortheilhaft zu influiren.

Wolfram. Wolfram kennt man schon länger in den berühmten Damascener Klingen (0,05 — 0,1 %) und von DE LUYNES [2]) wurde dasselbe zur Darstellung eines künstlichen Damaststahls verwandt. Erst 1855 stellte JACOB [3]) versuchsweise im Grossen wolframhaltigen Gussstahl, Wolframstahl, her, welcher bei einem äusserst feinen, muschligen, seidenartigen Bruch grosse Dichte, Feinheit und Härte mit grosser Zähigkeit verband und grössere Schweissbarkeit und grös-

1) Einfluss des Aluminiums: DINGL. Bd. 134. S. 157. — KARST., Arch. 1 R. VIII, 193.
2) Bgwfd. IX, 225.
3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 325. — Oesterr. Ztschr. 1863. No. 47.

sere absolute Festigkeit, als der beste englische HUNTSMANN-Stahl zeigte.[1]) Dann wurde der Wolframstahl im Grossen auf den MAYR'schen Werken[2]) in Leoben, sowie in verschiedenen Werkstätten Deutschlands[3]), Englands[4]) und Frankreichs dargestellt. Es ist vielseitig bestätigt worden, dass er sich wegen der oben hervorgehobenen Eigenschaften zu Schneidwerkzeugen, Waffen und feinen Uhrbestandtheilen besonders eignet und minderen Stahlsorten in geringer Menge beigefügt, dieselben veredelt. Man setzt entweder geröstetes, mit Salzsäure extrahirtes und dann bei starker Hitze reducirtes Wolframerz, welches eine schwammige Masse von gekohltem Eisen, Wolfram und Mangan bildet, beim Gussstahlschmelzen oder das Wolframerz bei der Roheisendarstellung[5]) (S. 57) oder beim Puddeln des Stahls[6]) zu.

Nach OXLAND[7]) kann man dem Gussstahl von dem so präparirten Wolframerz $\frac{1}{2}$ — 25 % zusetzen, je nach der beabsichtigten grösseren oder geringeren Härte.

APPELBAUM[8]) fand die Behauptung, dass Wolframstahl englischen HUNTSMANN-Stahl an Härte etc. übertreffe, übertrieben, wohl aber leistete derselbe mehr, als englischer Gussstahl, liess sich auch leichter schweissen ohne künstliche Schweissmittel und erforderte bei der Härtung einen grösseren Hitzgrad, als der englische Gussstahl, ehe man ihn ablöscht.

SIEWERT[9]) theilt nachstehende Analysen von Wolframstahl aus Wien (a) und Bochum (b, c, d, e, f), SAUERWEIN solche von hartem (g) und weichem Stahl (h) aus Döhlen mit:

---

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 196, 287, 339; 1860. S. 27; 1861. S. 308. — Zusammenstellung der Erfahrungen über Wolframstahl: Oesterr. Ztschr. 1861. No. 36.

2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 275, 380; 1861. S. 236. — Leoben. Jahrb. 1863. XII, 72.

3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 27.

4) B. u. h. Ztg. 1860. S. 336.

5) Oesterr. Ztschr. 1859. No. 6. — B. u. h. Ztg. 1859. S. 196, 294; 1860. S. 339; 1861. S. 48.

6) B. u. h. Ztg. 1861. S. 438.

7) B. u. h. Ztg. 1859. S. 294.

8) B. u. h. Ztg. 1859. S. 392.

9) GIEBEL und HEINTZ, Zeitschrift für gesammte Naturwissenschaft XVI, 332.

	a	b	c	d	e	f	g	h
Eisen . .	—	—	95,85	—	96,37	—	—	—
Wolfram .	1,05	2,84	3,05	—	2,71	—	4,75	0,9
Mangan .	—	—	—	—	Spr.	—	—	—
Kohlenstoff	—	—	—	1,04	—	1,03	—	—

Trotz der gepriesenen Eigenschaften des Wolframstahls hat derselbe doch keine allgemeine Anwendung gefunden, sei es, wie am wahrscheinlichsten, in Folge der hohen Preise wegen Seltenheit des Wolframs [1]), oder dass Stahlsorten für Wolframstahl ausgegeben werden, welche keine Spur Wolfram enthalten, oder dass derselbe in Wirklichkeit nicht besser ist, als anderer guter Stahl.

Titan.

Titan soll nach MUSHET auf Stahl ähnlich wirken, wie Wolfram, wenn man Titaneisensteine (S. 57, 67) oder andere Eisensteine mit titanhaltigen Zuschlägen [2]) (S. 57, 67) auf graues Roheisen verschmilzt — nicht weisses, weil sonst das meiste Titan in die Schlacke geht —, und dieses auf Roh- oder Cementstahl verarbeitet. Ein solcher Cementstahl aus Taranacki-Titaneisensand (S. 67) enthielt nach MUSHET 98,66 Eisen, 0,87 C und 0,32 Ti; derselbe soll die Eigenschaft besitzen, nicht zu rosten. [3]) Nach RILEY [4]) ist das Titan im Roheisen entweder sehr fein in amorphem Zustande vertheilt, oder mit dem Eisen legirt und scheint bei der Stahlbereitung als Cyanerzeuger aufzutreten.

Oberflächen- und Bruchansehn.

§. 99. **Prüfung der Stahlsorten.** [5]) Wenn gleich das Oberflächen- und Bruchansehn Andeutungen über den Grad der Gleichartigkeit, der Abwesenheit von Eisenadern, der zu weichen Beschaffenheit und der mehr oder weniger

---

1) Wolfram ist unter Anderm zu beziehen vom Schichtmeister WENGLER in Zinnwald und von J. TITTRICH in Wien, Wieden 347. Es findet sich Wolfram hauptsächlich in Cornwall, zu Puy-les-Vignes bei St. Leonard im Departement Haute-Vienne (Revue universelle. 5 ann. 3 livr. 1861), in Sachsen etc.

2) B. u. h. Ztg. 1863. S. 16.

3) B. u. h. Ztg. 1864. S. 14.

4) B. u. h. Ztg. 1864. S. 11.

5) Stahlsorten des Handels: DINGL. Bd. 77. S. 223. — Bgwfd. III, 129. — Prüfung der Stahlsorten: Polyt. Centralbl. 1848. No. 13. — Bgwfd. IX, 353. — Sächs. Bergwerkszeitung. 1854. S. 113.

vollkommnen Schweissung geben, so lässt sich daraus nicht erkennen, unter welchen Temperaturverhältnissen man den Stahl behandeln muss, um einen gewissen Härtegrad und die grösstmögliche Festigkeit zu erlangen. Man schmiedet deshalb zweckmässig den Stahl zu einem Meissel aus, härtet denselben, lässt ihn taubenhalsig anlaufen, versucht damit graues und weisses Roheisen oder Mühlsteine zu behauen und beobachtet dabei, wie er sich abnutzt, ob er leicht ausbricht u. dgl. m. (Siehe §. 138, Prüfung des Gussstahls).

Namentlich der Cementstahl im ungehärteten Zustande und der Rohstahl werden nicht selten nach dem Oberflächen- und Bruchansehn sortirt, nachdem man letzteren zu nicht zu dünnen Stäben ausgereckt, bei Rothglühhitze gehärtet und in Stücke zerbrochen hat. Nach dem Härten wird der Glühspan wohl im nassen Zustande auf einer hölzernen Unterlage abgerieben (Kärnthner Stahlreiben).

Ein guter harter oder frischer Rohstahlstab gibt beim Ablöschen unter Entstehung von feinen Querrissen einen hellen Klang, zieht sich dabei gleichmässig zusammen, wird nicht krumm und zeigt nach abgeworfenem Glühspan eine reine feine Oberfläche mit eigenthümlichen Schattirungen von Mattgrau in Mattweiss. Bei einem mässigen Schlage zerbricht der Stab, zeigt an der Bruchfläche einen muschligen Bruch, sowie ein gleichartiges, nicht zu grobes oder zu glänzendes Korn, ferner die für den Stahl characteristischen Anlauffarben in concentrischen Ringen, eine sogenannte Rose, was Eisen nicht thut. Nach JULLIEN soll die Rosenbildung bei einem Schwefelgehalt hervortreten, was aber unwahrscheinlich ist, da der Rosenstahl immer für einen frischen harten Stahl gilt. Da Rosen sich nur auf dem Bruche zeigen, wenn der Stab da zerbrochen wird, wo sich beim Härten die oben bezeichneten Sprünge (Rosensprünge) gebildet haben, nicht aber auf jeder Bruchfläche, so ist bei fehlender Rose nicht immer auf Weichheit zu schliessen.

Bei der Brescianstahlarbeit befördert man die Rosenbildung dadurch, dass man den flach ausgeschmiedeten Stahl (Acciolone) nach der ersten Härtung nahe einem Wärmfeuer in der Esse aufstellt und von Zeit zu Zeit mit Wasser begiesst, wodurch reichlichere Sprünge entstehen.

Ein eisenschüssiger Stab zieht sich beim Härten krumm, der Glühspan haftet an den weichen Stellen fester an, der Stab lässt sich schwieriger zerbrechen und zeigt auf dem Bruche ein lichtes, glänzendes, grobes Korn, wohl mit Eisenadern. Rohbruch (S. 576), Rothbruch (S. 576), Faulbruch (S. 576) und Kaltbruch (S. 576) erkennt man in der angegebenen Weise.

Zuweilen findet die Sortirung des Stahls mehr den Dimensionen, als dem Bruchansehn, also weniger der Qualität nach statt, wo dann ein minderes Product erhalten wird, wie bei dem nach Triest gehenden Kärnthner Brescian- oder Kistenstahl, während der nach dem Bruchaussehn sortirte nach Deutschland, Frankreich und der Schweiz exportirte Brescianstahl in der Regel von besserer Güte ist.

Nach Saint-Edme lässt sich Stahl vom Eisen durch Eintauchen in gewöhnliche Salpetersäure von 1,34 spec. Gew. unterscheiden, indem dabei Eisen ununterbrochen Gas entwickelt, während bei Stahl die Gasentwicklung nach etwa 20 Secunden plötzlich aufhört.

Von der Prüfung des Cement- und Gussstahls wird später die Rede sein.

Erster Theil.

Darstellung des Stahls aus Rohmaterialien.

Rohmaterialien.

§. 100. Allgemeines. Wie bereits S. 562 bemerkt, können als Rohmaterialien zur Stahlbereitung Erze, Roheisen und Stabeisen dienen; das aus denselben erhaltene Product bedarf häufig noch einer weiteren Raffination durch Umschmelzen oder Gärben, woran sich noch gewisse mechanische Arbeiten (Härten, Ausrecken etc.) zur weiteren Vorbereitung für die Handelszwecke schliessen.

I. Abschnitt.

Darstellung des Stahls aus Eisenerzen.

Stahl aus Herd- u. Blauöfen.

§. 101. Allgemeines. Dieses früher in Herden oder Stücköfen (Wolfsstahl), auch in Blauöfen (Blase- oder Osemundstahl) mit reinen Eisenerzen ausgeführte Verfahren gibt ein ungleichartiges, bald mehr eisenartiges, bald stahlartiges Product. An demselben Uebelstand dürfte LIEBERMEISTER's Methode (S. 562) leiden und dabei eher zu kohlenstoffreiches, als zu kohlenstoffarmes Material erfolgen. Auch CHENOT's Verfahren (S. 562) ist nicht ganz frei von diesem Fehler, hat aber, wenngleich kostspielig, bei geringer Production und bei Vorhandensein sehr reiner Erze hinsichtlich der Stahlqualität zufriedenstellende Resultate gegeben.

Stahl aus Hohöfen.

CHENOT's Verfahren.

Sehr reine und reiche Eisenerze (Magneteisenstein, Eisenglanz, Braun- und Spatheisenstein), die nöthigenfalls bei Anwendung von Magneten aufbereitet sind, werden schwach geröstet, in nussgrosse Stücke zerschlagen und in abwechselnden Lagen mit Holzkohle in einen 9,5 Meter hohen und 1,5 Meter weiten Ofenschacht (Abbildungen siehe B. u. h. Ztg. 1859. S. 226) eingetragen, welchen mit einer Feuerung in Verbindung stehende Vertikalzüge umgeben. Das reducirte und theilweise gekohlte schwammförmige Eisen wird von Zeit zu Zeit in einen unter dem Ofen befindlichen luftdicht verschliessbaren Abkühler entlassen, damit es sich nicht wieder oxydirt, und gelangt daraus in einen untergestellten Wagen. Nachdem der Eisenschwamm in einer Siebtrommel von Kohlenlösch gereinigt, werden daraus je nach dem Kohlungsgrade 3 Sorten gemacht, jede für sich zwischen Mühlsteinen gemahlen und aus dem Mehl 30 Millimeter hohe und 35 Millimeter dicke Cylinder in einer Durchstossmaschine gepresst, welche, je nach der zu erzielenden Stahlqualität, in verschiedenen Verhältnissen, auch wohl noch unter Zusatz von Kohle oder Braunstein in feuerfesten Tiegeln bei Koks in einem Windofen auf Gussstahl verschmolzen werden,

wobei man die Schlackenbildung zuweilen noch durch vor dem Ausgiessen in Formen aufgeworfenes Ziegelmehl begünstigt. Der blasenfreie blättrige Stahl wird wie gewöhnlicher Gussstahl behandelt.

Beim 6stündigen Verweilen im Reductionsofen setzt man etwa 1500 Kil. Erz und 500 Kil. Kohle durch und erhält 1100 Kil. Schwamm und 100 Kil. Kohle zurück. An Brennmaterial verbrennt man 1300 Kil. Die Mühle mit 4 Pferdekraft liefert in 24 Stunden 4000 Kil. Mehl, aus welchem die Pressmaschine in 10 Stunden 1 Tonne gepressten Schwamm gibt. Die Schmelztiegel fassen 18—25 Kil. Presscylinder, welche in 4 Stunden geschmolzen sind. 1000 Kil. Stahl in Barren kommen unter mittleren günstigen Bedingungen auf 720 Frs. zu stehen.

Das zu Couillet in Belgien und zu Haumont in Frankreich eingeführte CHENOT'sche Verfahren soll nur noch an dem einen Orte bisweilen ausgeführt werden, weil die betreffenden Hüttenbesitzer damit viel Geld verloren.

II. Abschnitt.

Darstellung des Stahls aus Roheisen.

Stahlsorten.

§. 102. Allgemeines. Nach der S. 563 mitgetheilten Uebersicht gehören theils Methoden zur Darstellung von Werkzeug- und Instrumentenstahl (Herd- und Puddelstahl), theils solche zur Erzeugung von Massenstahl (TUNNER's Glühstahl, Puddelstahl, Bessemerstahl, Stahl von UCHATIUS, OBERSTEINER, OBUCHOW u. A.) hierher. Es wird dabei das Roheisen zur Verminderung seines Kohlenstoffgehalts entweder bei Luftzutritt geglüht (TUNNER's Glühstahl) oder im geschmolzenen Zustande mit Zugluft (Puddelstahl) oder Gebläseluft (Herdstahl und Bessemerstahl) in Berührung gebracht oder mit Stabeisen (OBERSTEINER's Stahl) allein oder gleichzeitig mit Eisenerzen zusammengeschmolzen (UCHATIUS' und OBUCHOW's Stahl).

Erstes Kapitel.

Darstellung von Stahl (Glühstahl) durch Glühen von Roheisen bei Luftzutritt (Trockenfrischen).

§. 103. TUNNER's Glühstahl (S. 563). Dass man durch Glühen von weissem Roheisen mit Sauerstoff abgebenden Körpern (Adouciren, S. 401) ein schmiedeeisen- oder stahlartiges Product (hämmerbares Gusseisen) erhalten könne, hat man schon zu Anfang des 18. Jahrhunderts gewusst.[1]) TUNNER zeigte im Jahr 1855 durch Versuche, dass der atmosphärische Sauerstoff nahe gleich schnell, wie der an sauerstoffabgebende Körper gebundene wirke und bei entsprechend geregeltem Luftzutritt die Glühspanbildung dabei verschwindend sein könne. Das Mittel zur Regelung des Luftzutrittes war Quarzsand, und zwar für die verschiedenen Theile des Glühgefässes von verschiedener Gröbe.

Theorie.

Das Glühen mit dem Quarzsand, welcher der Luft Zutritt gestattet, geschah im Cementirofen, und zwar wurden in einer Kiste 100 Ctr. weisse Flossen in 7—9 Lin. starken Stäben 35 Tage lang geglüht und dabei $^2/_3$ des Einsatzes als Stahl und hartes Eisen und $^1/_3$ als zu weiches Eisen erhalten. Bei 4 % Calo betrug der Kohlenaufwand bis 10 Ctr. Das Product (Analyse von GOTTLIEB, Bd. I. S. 726) war im ungeschweissten Zustande besser zu verwenden, als im geschweissten, zeigte grosse Härte und Festigkeit, litt aber an Ungleichheit und einem zu grossen Brennstoffaufwande, welcher sich durch Benutzung von Gichtgasen wird vermeiden lassen. Zu Radschuhen, Radreifen, Tyres etc. zeigte sich der Stahl ganz geeignet. Eine allgemeine Anwendung hat diese Methode nicht gefunden, da sie wegen Ungleichheit des Products und Langwierigkeit der Arbeit hinter andern Prozessen zurückbleibt, namentlich weit hinter dem Bessemerprozess.

Verfahren.

---

1) Leoben. Jahrb. 1857. VI, 99. — A. BRÜLL, étude sur la fonte malléable. Paris et Liège 1863; auch B. u. h. Ztg. 1864.

Zweites Kapitel.

Darstellung von Stahl durch Einwirkung von Luft oder sauerstoffhaltigen Substanzen oder beider auf flüssiges Roheisen.

Stahlerzeugungsmethoden.

§. 104. Allgemeines. Es gehören hierher einestheils sehr häufig angewandte Methoden sowohl zur Darstellung von Instrumenten-, als auch von Massenstahl, nämlich von Roh-, Schmelz- oder natürlichem Stahl in Herden, von Puddelstahl und von Bessemermetall, anderntheils weniger in Gebrauch gekommene Methoden der Darstellung von Massengussstahl durch Zusammenschmelzen von Roheisen mit sauerstoffhaltigen Körpern in Tiegeln (Verfahren von UCHATIUS und OBUCHOW). Erstere Methoden beruhen darauf, den Kohlenstoff des flüssig gemachten Roheisens durch Zug- oder Gebläseluft, namentlich aber durch beim Prozess gebildetes oxydirtes Eisen insoweit zu oxydiren, dass Stahl erfolgt. Bei dem rasch verlaufenden Bessemerprozess ist dieser Punct am schwierigsten zu treffen und derselbe noch nicht überall so weit ausgebildet, dass man immer ein Product von gleichbleibender Beschaffenheit erhält, weshalb man dasselbe zum Unterschiede von andern Stahl- und Eisensorten Bessemermetall nennt (S. 566).

Herd- u. Puddelstahl.

Da beim Stahlpuddeln oxydirende Agentien (sauerstoffhaltige Schlacken) in grösserer Menge auf das Roheisen einwirken, auch die Luft weniger abgeschlossen werden kann, als beim Herdfrischen, so pflegt der Puddelstahl häufig namentlich äusserlich kohlenstoffärmer, also weicher auszufallen, als Rohstahl; auch verliert ersterer bei wiederholtem Erhitzen und Bearbeiten, um ihn gleichartiger zu machen, besonders aber beim Gärben durch Verbrennung von Kohlenstoff leichter an seiner Härte (er steht früher ab), indem die eingeschlossene grössere Schlackenmenge, zwar das Schweissen befördernd, dabei oxydirend wirkt.[1]) Soll härterer

1) Leoben. Jahrb. 1853. III, 287.

Puddelstahl erzeugt werden, so muss man denselben reicher an Kohlenstoff (wild) lassen, wo er dann bei der wiederholten Behandlung im Feuer so viel Kohlenstoff hauptsächlich durch die eingemengte Schlacke verliert, dass er die richtige Qualität erhält. Namentlich ist die Roheisenqualität und die Manipulationsweise von wesentlichem Einfluss auf die Härte des Puddelstahls. Durch Anwendung passender, namentlich die Cyanbildung befördernder Zuschläge (Soda, Ochsenklauen, Kochsalz etc.) hat man auch härteren Puddelstahl darzustellen gesucht; es ist aber, statt dieser Combination des Puddelprozesses mit der Cementation, weniger kostspielig, Puddeleisen zu erzeugen und dieses zu cementiren, wobei gleichzeitig sicherere Resultate erzielt werden. Dagegen hat man mit Vortheil bereits fertige Gegenstände aus Puddelstahl, z. B. Tyres, Schienen etc., hinterher noch auf gewöhnliche Weise cementirt. [1])

Es kommt der besonders als weicherer Massengussstahl zu verwendende Puddelstahl dem Rohstahl gegenüber um so billiger zu stehen, je höher die Holzkohlenpreise, Puddelstahl dagegen höher als Puddeleisen, hauptsächlich durch die geringere Production, die öfteren Bodenreparaturen und das unsicherere Qualitätsausfallen.

Bei Anwendung reineren Roheisens und der gemachten Fortschritte im Puddeln lässt sich aus Puddelstahl auch Werkzeugstahl darstellen; so wird z. B. der zu Königshütte am Harze aus Gittelder weissem Roheisen erzeugte Puddelstahl, nachdem er gezängt, geglüht und durch Schmieden oder Walzen ausgereckt und sortirt ist, zu Uslar auf guten Gussstahl benutzt. Die Siegen'schen und Westphälischen Puddelstahlsorten haben denselben Preis, wie die renommirten Frischstahlsorten dieser Gegenden und zuweilen zieht man sogar den Puddelstahl dem Rohstahl aus demselben Roheisen vor. [2]) Nach Resch [3]) macht dem Steyerschen und Kärnthner Rohstahl, welcher von jeher die Bestimmung gehabt hat, den englischen Cementstahl zu

1) Leoben. Jahrb. 1863. XII, 65. — Baul. Anlagen. 3. Jahrg. 1. Lief. S. 13.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 233.
3) Oesterr. Ztschr. 1863. S. 267.

ersetzen, der Gärbstahl aus Cementstahl und gutem Puddlingsstahl eine gefährliche Concurrenz, indem die letzteren Rohproducte durch Gärben ein viel gleichmässigeres, besseres, härteres, die Stahlnatur bei öfterer Behandlung länger behaltendes Raffinat geben, als gegärbter Schmelzstahl, auch es mit der grössten Mühe und Sorgfalt nicht gelungen ist, aus Rohstahl ein dem englischen Gussstahl gleichkommendes Product im Grossen zu erzielen.

Herd- und Cementstahl. Bei einer Vergleichung [1]) des Rohstahls mit dem Cementstahl ergibt sich, dass letzterer meist billiger, als ersterer zu erzeugen ist, weil die Kosten der Cementation (Arbeitslöhne, billigere Brennstoffe, kleinere Regiekosten etc.), sowie auch für Stabeisen wegen bedeutender Holzkohlenersparung geringer sind. Wegen billigen Brennmaterials gewährt die Cementstahlfabrikation in England Gewinn, obgleich man den grössten Theil des Materialeisens aus Schweden bezieht. Je nach den Localverhältnissen kann aber auch die Rohstahlarbeit billiger kommen, z. B. vielleicht die steyersche.

Was nun die Qualität des Stahls bei Anwendung ein und desselben Roheisens betrifft, so dürfte Cementstahl reiner ausfallen, als Rohstahl, weil beim Frischen auf Cementeisen die Unreinigkeiten vollständiger entfernt werden, als beim directen Frischen auf Rohstahl. Letzterer ist auch wegen unverlässlicher Arbeit ungleichmässiger, $\frac{1}{3}$ davon muss als zu weich und eisenschüssig aussortirt werden und man trachtet hauptsächlich nur nach Erzeugung einer einzigen Stahlsorte, während es der Stahlbrenner in der Gewalt hat, ein kohlenstoffärmeres oder reicheres Product zu erzielen, wovon nur etwa 2—4 % ausgehalten und nochmals cementirt werden. Hieraus erklärt es sich, dass man den Cementstahl öfter in unraffinirtem Zustande, also unmittelbar auf verschiedene ordinäre Stahlwaaren verarbeiten und aus demselben verschiedene Sorten Gärb- und Gussstahl erzeugen kann. Während der ausgereckte Rohstahl sich wegen der feinkörnigen Textur schwieriger sortiren lässt, so gelingt dies mit dem rohen Cementstahl bei seiner groben blättrigen Textur

1) Leoben. Jahrb. 1853. III, 301, 307, 313; 1857. VI, 91. — Bgwfd. III, 151.

viel leichter und schärfer nach dem Bruchansehn, so dass man für jede bestimmte Gussstahlsorte ein verlässliches Material erzielt. Wird der Cementstahl ausgereckt, so erhält er ein ähnliches kleinkörniges Gefüge, wie der Rohstahl, und nur im rohen Zustande sehr grosse Verschiedenheiten lassen sich aus dem Bruchansehn dann noch einigermaassen erkennen. Aus einem guten Stabeisen erfolgt bei richtiger Manipulation stets ein reiner, gleichartiger Cementstahl, in welchem sich eisenschüssige Stellen ganz vermeiden lassen. Der Umstand, dass der Cementstahl äusserlich der ganzen Länge des Stabes nach häufig kohlenstoffreicher, also härter ist, als im Innern, kann zuweilen für manche Gegenstände, z. B. Federn- und Sägblätterstahl, erwünscht sein. Eine aus gutem Stabeisen dargestellte Cementstahlstange zeigt sich ihrer ganzen Länge nach viel gleichartiger, als eine Rohstahlstange, was auch die Sortirung sehr erleichtert.

Die häufig ausgesprochene Ansicht, dass der Cementstahl beim Gärben seinen Kohlenstoff leichter verliere (leichter abstehe), wie Rohstahl, hat die Praxis bei guter Qualität des ersteren nicht bestätigt. Nur bei Anwendung weniger gut gefrischten, schlackenhaltigen Eisens kann dieses Verhalten eintreten.

Die Eigenschaften des aus Rohstahl oder Cementstahl erzeugten Gussstahls hängen unter sonst gleichen Umständen von der Beschaffenheit der Rohmaterialien ab.

Wie bereits angeführt (S. 567), zieht man, obgleich das Schmelzen leichter einen homogenen Stahl liefert, als das Gärben, für manche Gegenstände den aus Roh- oder Cementstahl erhaltenen Gärbstahl dem Gussstahl vor, vielleicht nur wegen der eingewurzelten Gewohnheiten in der Behandlung des Stahls bei seiner Verarbeitung. Der Steyer'sche und Kärnthner Rohstahl ist hinsichtlich seiner Härte und Festigkeit der berühmteste von allen Rohstahlsorten und zum Abstehen am wenigsten geneigt.

---

[1]) Leoben. Jahrb. 1853. III, 302. — Oesterr. Ztschr. 1863. S. 267.

I. Darstellung von Stahl (Roh-, Schmelz-, Holzkohlen- oder natürlichem Stahl) in Herden.

Lage der Stahlhütte.

§. 105. Allgemeines. Die Rohstahlhütten[1]) haben sich hauptsächlich in die Nähe sehr leichtflüssiger, reiner, manganreicher Eisenerze (Steyermark, Kärnthen, Siegen, Thüringen, Centralalpen etc.) gelegt, und da letztere am vortheilhaftesten mit Holzkohlen auf Rohstahleisen und dieses wieder mit demselben Brennstoff auf Rohstahl verarbeitet werden, so ist ihre Production durch die Grösse der Hülfsquellen, welche die benachbarten Wälder liefern, beschränkt. Es ist deshalb die Rohstahlbereitung, ähnlich wie das Stabeisen-Herdfrischen dem Puddeln gegenüber, in steter Abnahme begriffen und mit dem Rohstahl Guss- und Cementstahl, auch hier und da Puddelstahl in gefährliche Concurrenz getreten.

Umfang des Rohstahlfrischens.

Es soll im Nachstehenden von den Schmelzmaterialien (Roheisen, Holzkohlen, Zuschläge), den Schmelzapparaten (Rohstahlfeuer etc.) und den Frischmethoden die Rede sein. Die bei letzteren vorkommenden Abweichungen sind hauptsächlich durch das Verhalten des Roheisens bedingt. Bei Darstellung des Rohstahls kommt es meist auf empirische Handgriffe an, und es hängt der Erfolg der Arbeit hauptsächlich von der Beschaffenheit des Roheisens, der Erfahrung und der Aufmerksamkeit des Frischers ab.

Unterschiede zwischen Stahl- u. Eisenfrischen.

Das Stahlfrischen unterscheidet sich vom Eisenfrischen hauptsächlich in nachstehenden Puncten:

1) Das Rohstahlfeuer hat einen flacheren Bau und tiefer liegende stechendere Formen.

2) Die niedergeschmolzene Masse wird, ohne aufgebrochen und über den Wind gebracht zu werden, unter dem Winde und unter einer reichlichen Decke von mehr rohen, flüssigeren Schlacken verfrischt, wodurch eine Verlängerung der Arbeit entsteht. Man braucht beim Stahlfrischen fast doppelt so viel Kohlen und $1\frac{1}{2}$mal mehr Arbeitsschichten,

---

1) Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung. 1858. II, 222. — Gurlt im Berggeist 1860. S. 500. — Le Play, gegenwärtiger Zustand und wahrscheinliche Zukunft der Stahlfabrikation auf dem europäischen Continente: Bgwfd. VII, 361.

als beim Herdfrischen, und der Unterschied der Productionskosten von Eisen und Stahl im Herd ist verhältnissmässig grösser, als beim Puddeln beider, weshalb das Stahlpuddeln wesentliche ökonomische Vortheile vor dem Rohstahlfrischen darbietet.

3) Man schmilzt die Stahlcharge in mehreren Partien nach einander ein, um das Gaaren zu beschleunigen und den Prozess mehr in der Gewalt zu haben, und wendet schwächeren Wind an. Die Herdgrube darf nicht bis nahe zur Formhöhe mit Schmelzgut gefüllt sein.

A. Materialien zur Herdstahlbereitung.

Einfluss der Roheisenqualität.

§. 106. Roheisen. Da schon geringe Mengen fremder Beimengungen (S. 585) den Stahl unbrauchbar machen und die Abscheidung derselben nicht so vollständig wie beim Eisenfrischen geschehen kann, so verwendet man ein möglichst reines Roheisen, besonders gern ein manganhaltiges (S. 486). Welchen Einfluss die Beschaffenheit des Roheisens auf die Qualität des Stahls ausübt, zeigt nach Tunner[2]) die Kärnthner Brescianstahlfrischerei. Früher wurden für dieselbe die allerbesten Eisenerze in niedrigen Oefen mit guten, billigen Holzkohlen auf Roheisen verschmolzen; seitdem es geboten war, mit der Arbeitskraft, den Eisenerzen und Kohlen haushälterischer zu Werke zu gehen, also minder gute Erze in höheren Oefen bei verstärkter Gebläseluft zu verschmelzen, ist das Roheisen, wenn immer noch von vorzüglicher Qualität, doch minder rein geworden, was, namentlich auch durch möglichste Kohlenersparung bei der Stahlbereitung, einen schädlichen Einfluss auf die Beschaffenheit des Stahls ausgeübt hat.

Brauchbare Roheisensorten.

Folgende Roheisensorten kommen zur Anwendung:

1) Gaarschmelziges Roheisen (S. 437), und zwar blumige und grossluckige Flossen (S. 438) ohne weitere Vorbereitung bei der Steyer'schen und Tyroler Stahlschmiede, das vorzüglichste, sich am leichtesten in

---

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 290.

2) Leoben. Jahrb. 1853. III, 296.

Stahl verwandelnde Material. Kleinluckige Flossen gehen zu leicht in Frischeisen über (S. 438).

2) Rohschmelziges Roheisen (S. 437) und zwar

a) Spiegeleisen (S. 439) bei der Siegen'schen Methode; meist durch Reinheit ausgezeichnet, aber weniger leicht, jedoch ohne gaarende Zuschläge in Stahl übergehend, als die vorigen Roheisensorten. Neuerdings kommen phosphorreichere Spiegeleisensorten von manchen Hütten in den Handel; auch kann Siliciumeisen ganz den äusseren Habitus des Spiegeleisens zeigen.

b) Halbirte oder graue sehr reine Strizelflossen (S. 311) bei Vorbereitung derselben durch Hartzerrennen (ächte Brescian- oder Paaler Stahlfrischschmiede, unächte Brescianarbeit oder Kärnthner Stahlschmiede).

c) Gaares graues Roheisen ohne Vorbereitung (norddeutsche Methode, Dauphiné-Stahlschmiede oder Rivoisprozess). Es bedarf beim Einschmelzen gaarender Zuschläge, um das graue Roheisen in Weisseisen umzuwandeln, dann bei der ungleichartigeren Beschaffenheit des erfolgenden Rohstahls einer sorgfältigen Bearbeitung beim Ausschweissen und Schmieden, weshalb gewöhnlich ein Hammer nur ein Rohstahlfeuer versehen kann. Aus bei sehr strengflüssiger Beschickung erzeugtem grauen Roheisen lässt sich wegen der Schwierigkeiten beim Frischen und Ausschmieden mit Vortheil kein Stahl erzeugen.

Während man früher nur Holzkohlenroheisen zur Rohstahlbereitung verwandte, so hat man im Siegen'schen ohne Nachtheil für dessen Qualität die Kohlen theilweise durch gute Koks aus gewaschenen Steinkohlen ersetzt. Bei alleiniger Anwendung von Koks erhielt man zwar ein minderes, aber immer noch brauchbares Rohstahleisen.

Die gewöhnlichen meisten Koksroheisensorten, z. B. von westphälischen Hütten, sind hauptsächlich wegen ihres geringen Kohlenstoffgehaltes zur Stahlbereitung untauglich, indem sie nicht hinreichend dünnflüssig einschmelzen und schon gaaren, bevor die schädlichen Stoffe ausgetrieben sind.

Nach der Gaarschmelzigkeit des Roheisens müssen die Dimensionen des Frischfeuers und namentlich das Stechen

der Form modificirt werden. Je rohschmelziger, um so flacher macht man das Feuer und je stechenderen Wind gibt man; das Eisen schmilzt zwar roher ein, geht dann aber, vom Winde getroffen, um so leichter in Stahl über.

Brennmaterial.

§. 107. Brennmaterial. Es kommen hauptsächlich Holzkohlen, seltener, wie im Siegenschen (S. 604), gleichzeitig sehr reine Koks zur Verwendung.

Zuschläge.

§. 108. Zuschläge. Man verwendet im Wesentlichen dieselben Zuschläge, wie beim Eisenfrischen (S. 451), namentlich Gaarschlacken und Hammerschlag, auch wohl Stabeisen und schon fertigen Stahl zum Gaaren, Rohschlacken, Quarz (z. B. bei der Kärnthner Stahlarbeit) und Lehm zum Flüssigmachen der Schlacken und zuweilen das SCHAFHÄUTL'sche Pulver (S. 453).

Nach ZANDER [1]) entwickelt sich aus dem SCHAFHÄUTL'schen Pulver beim Frischen wahrscheinlich gar kein Chlor, weil es an einer freien kräftigen Säure zur Zerlegung des Braunsteins fehlt, welcher schon in niedrigerer Temperatur, als bei welcher das Kochsalz schmilzt, Sauerstoff abgibt. Das sich verflüchtigende Kochsalz zerstört das Ofenmaterial und wird meist nur vom Wasserdampf der Verbrennungsproducte theilweise unter Bildung von Salzsäure zerlegt, welche wegen ihrer grossen Flüchtigkeit nur wenig auf die Entfernung des Schwefels influiren dürfte. Dagegen wirken Kochsalz und Braunstein auf die Schlackenbildung günstig ein.

B. Apparate und Geräthschaften.

Abweichungen vom Herdfrischen.

§. 109. Rohstahlfeuer. Das Rohstahlfeuer unterscheidet sich vom Frischfeuer (S. 454) hauptsächlich durch flacheren Bau und tiefer liegende, geneigtere Formen bei schwächerem Wind, da, wie bemerkt, das Eingeschmolzene nicht über den Wind gebracht wird, sondern durch dessen Einwirkung auf die Masse im Herde hauptsächlich das Gaaren befördert werden soll. Je nach der Gaar- oder Rohschmelzigkeit des Roheisens erhält der Herd verschiedene Dimensionen und der Wind ein mehr oder weniger starkes Stechen (S. 457) bei passendem Schlackenzuschlag.

1) Preuss. Ztschr. XI, 282.

Construction.

Die Rohstahlfeuer haben zur Zusammenhaltung der Wärme einen Boden aus Sandstein oder aus feuerfesten Steinen und sind von allen Seiten durch Eisenzacken (S. 454) umschlossen, wobei man den Vorderzacken gewöhnlich durch mehrere auf einander gelegte Roheisenplatten bildet. Gicht- und Hinterzacken neigen sich zur bessern Aushebung der Luppe aus dem Feuer, der Formzacken dagegen hängt je nach der zuzuführenden Windmenge mehr oder weniger ins Feuer, um die Flamme näher am Gichtzacken ausströmen zu machen. Bei zu geringer Neigung des Formzackens stösst sich der Wind an den Kohlen, wirkt zu sehr gegen ersteren, geht vor der Form hinauf aus dem Herd und der Formzacken schmilzt leicht weg, indem die Hitze am Herdboden zu stark auf denselben wirkt. Bei zu langsamem Gaaren lässt man den Formzacken mit dem Hinterzacken einen stumpfen, bei zu schnellem Gaaren einen spitzen Winkel bilden. Gewöhnlich liegt der Boden horizontal; bei rohschmelzigem Eisen erhält derselbe wohl einige Neigung nach dem Formzacken, bei gaarschmelzigem nach dem Gichtzacken zu.

Von wesentlicherem Einfluss, als die Neigung der Zacken, sind auf den Schmelzgang die Entfernung der Form vom Boden und deren Lage und Neigung in den Herd. Die Form ragt wohl mit etwas Obermaul (S. 458) und mit 15 — 20° Stechen 4 — 5 Zoll in den Herd hinein und ist etwas gegen die Vorderseite gewandt, um hier, wo sich am schwierigsten arbeiten lässt, die erforderliche Hitze zu erhalten. Ein stärkeres Stechen, als 2 — 3°, befördert schon den Gaargang, ein geringeres den Rohgang.

Wie bei den Eisenfrischherden (S. 456) hat man auch geschlossene Rohstahlfeuer mit Vorglühherd und auch wohl mit Winderhitzungsapparat [Steyermark[1])]. Die Vorglühherde dienen hauptsächlich zum Anwärmen der Luppenstücke (Massel), weniger zum Anwärmen des Roheisens, weil vorgeglühte Flossen die Bildung eines eisenschüssigen Rohstahls begünstigen.

---

1) Vordernberg. Jahrb. 1842. S. 164. — Tunner, Stabeisen- und Stahlbereitung. 1858. II, 226.

§. 110. Hartzerrennfeuer. Die Umwandlung des halbirten oder grauen Roheisens bei der Kärnthner und Paaler Rohstahlbereitung in weisses (Raffination) geschieht entweder in einem eigenen Hartzerrennfeuer mit Eisenabstich (S. 447), wobei das in Formen abgestochene Eisen durch Wasser gekühlt wird, oder meist im Stahlfeuer selbst, wobei das vorbereitete und unter Wassergiessen aus dem Herde durch sogenanntes Bodenkochen in Scheiben gerissene Eisen als Böden (Hartzerrennböden) erfolgt. Die erstere Methode lässt, ausser den Vortheilen des Eisenabstiches, eine grössere Production und eine bessere Conservation des Stahlfeuers zu. Wenn man raffinirt und dann frischt, so hat man einen grösseren Kohlenaufwand und einen geringeren Abgang, als beim Frischen allein.

Hartzerrennfeuer.

§. 111. Ausheizfeuer. Das Ausheizen der beim Zerschroten der Stahlluppe (Dachel, Schrei) erfolgenden Masseln geschieht behuf des Ganzmachens meist im Rohstahlfeuer selbst, indem dieselben entweder vor und während des Einschmelzens ins Feuer kommen (Steyer'sche gewerkschaftliche Methode) oder immer nur gleichzeitig einige, während die übrigen in einem eigenen Wärmöfchen oder im Vorglühherd angewärmt werden (Steyer'sche hauptgewerkschaftliche Methode, Siegener Stahlarbeit, Kärnthner Methode). Da die Stahlluppen beim Zängen nur wenig Schlacke von sich geben, weil sie im Innern sonst zu gaar wären, so schlägt der Hammer hart auf und die Luppe erhält viele kleine Sprünge (Hartschricke).

Ausheizfeuer.

Auch gibt man die Glühhitzen vor dem weiteren Ausrecken der Kolben zu Stäben meist im Rohstahlfeuer und wendet nur beim Ausrecken des Stahls zu geringeren Dimensionen Vorglühherde oder eigene Wärmfeuer an, z. B. sogenannte Ziehfeuer (von Ausrecken, Ausziehen) behuf Herstellung des Kärnthner Kisten- oder Brescianstahls, welcher für den Export bestimmt ist und in Kisten zu 250 und 125 Pfund verpackt wird. Zum Unterschiede von anderen Wärmfeuern sind in diesem Ziehfeuer zu beiden Seiten der Formmündung zwei 2 Fuss lange, 1 Fuss breite und einige Zoll dicke Gusseisenplatten bis zur Höhe des oberen Formrandes eingesetzt. Die zu erhitzenden Kölbchen werden dann quer

Ziehfeuer.

über die mit Kohlen gefüllte, 2 Fuss lange und 3—4 Zoll breite Windgasse gelegt, mit Kohlen überschüttet und ein sehr schwacher Windstrom gegeben. Ueberhaupt muss man beim Ausheizen des Stahls gelindere Hitze, als bei Stabeisen anwenden, weil derselbe leichtschmelziger ist und leichter verbrennt; dagegen sind wegen der meist feineren Ausschmiedung öftere und kleinere Hitzen erforderlich.

Vorsichtsmassregeln beim Ausheizen.

Das Ausschmieden der Masseln muss sehr vorsichtig geschehen; waren sie zu stark erhitzt, so lässt man sie unter Wasserzugiessen auf dem Ambos etwas abkühlen und gibt dann einige Hammerschläge, wobei sich die Massel entweder gut ganz machen lässt oder noch zu sehr zerbröckelt. In letzterem Falle lässt man sie noch abkühlen und versucht das Ganzmachen wieder mit einigen Hammerschlägen. Sollte sich dabei die Massel zu kalt erweisen und nicht hinlänglich ganz machen lassen, so muss eine neue Hitze gegeben werden. Manche rohe Stücke bedürfen einer mehrmaligen Schweisshitze zum Ganzwerden. Soll der Rohstahl noch gehärtet werden, so bedarfs weniger Sorgfalt beim Ganzmachen.

Hämmer.

§. 112. **Hämmer.** [1]) Zum Zängen (Ganzmachen) der Luppen sowohl als auch zum Ausrecken der Masseln bedient man sich der **Hämmer**, welche bei 5—6 Ctr. Gewicht in der Minute 70—120 Schläge und darüber bei etwa 2 Fuss Hub machen können (Steyermark, Siegen). Selten, und dann nur zum Zerschroten der Luppen, wendet man 7—8 Ctr. schwere Hämmer an, zuweilen auch für grössere Stücke **Dampfhämmer**. Beim Ausrecken des Stahls zu geringeren Dimensionen (Kärnthner Tannenbaumstahl) hat man leichtere Hämmer von 3—4 Ctrn. und für die dünnsten quadratischen Stäbe von $\frac{1}{4}$—$\frac{3}{4}$ Z. Seite des Brescianstahls **Ziehhämmer** von nur $1\frac{1}{4}$—2 Ctr. Gewicht bei über 200 Schlägen in der Minute und 10 Zoll Hub.

Werkzeuge u. Geräthschaften.

§. 113. **Werkzeuge und Geräthschaften.** Man bedarf beim Stahlfrischen ähnlicher **Werkzeuge** und **Geräthschaften**, wie beim Eisenfrischen; ausserdem kommen noch hölzerne **Härtetröge** mit beständig zufliessendem kalten Wasser hinzu, welche mehrere Centner Stahlstangen aufnehmen können.

1) Betrieb der Hämmer, Zängapparate etc.: des Ingenieur's Taschenbuch, v. Verein Hütte. 1864. S. 544.

C. Herdstahl-Frischmethoden.

Frischmethoden.

§. 114. Allgemeines. Die Abweichungen bei den verschiedenen Frischmethoden werden theils durch die Beschaffenheit des Roheisens (S. 603) und des zu erzeugenden Rohstahls, theils durch örtliche Gewohnheit in den Manipulationen bedingt. Die Steyer'sche Methode verarbeitet gaarschmelzige blumige Flossen und ist einfacher, häufiger angewandt und weniger kohlenverzehrend, als die nahe verwandte ächte (Paaler) und unächte Brescianarbeit (Kärnthner Methode), welche aber wegen Vorbereitung des reinen halbirten oder grauen Roheisens (S. 604) und complicirterer Manipulationen ein härteres, gleichartigeres Product liefert, seltener wie der Steyer'sche Stahl einer Gärbung bedürftig. Die Paaler Methode, obgleich sie das beste Product gibt, ist wegen ihrer Kostspieligkeit und Umständlichkeit nur noch wenig in Ausführung.

Die Tyroler Methode, ein Mittelding zwischen der Steyer'schen und Kärnthner, erfordert mehr Kohlen und gibt grösseren Abbrand, als die Steyer'sche, aber weniger, als die Kärnthner, und liefert einen härteren Stahl, als die Steyer'sche, und einen weicheren, als die Kärnthner.

Der Siegen'schen Stahlfrischerei übergibt man rohschmelziges Spiegeleisen und erhält dabei einen ausgezeichneten Rohstahl, welcher aber die Güte des österreichischen nicht völlig erreicht wegen minderer Qualität des Rohmaterials. Bei der norddeutschen und der Dauphiné-Stahlschmiede (Rivoismethode) wird ein graues gaares, also schwerfrischendes Roheisen bei ununterbrochener Arbeit in ein und demselben Herd auf Rohstahl verarbeitet, wobei man zwar im Vergleich zur Kärnthner Arbeit mit Vorfrischen an Kohlen spart, aber bei der unvollkommneren Frischmethode einen weniger guten Stahl erhält. Es sind diese letzteren, rohschmelziges Eisen behandelnden Methoden schon fast ganz von dem billigeren Stahlpuddelprozess verdrängt, während die Steyer'sche und die beiden Brescianschmieden in Folge des guten Rufes ihrer Producte sich bislang noch gehalten haben, aber auch theilweise schon beginnen, der billigeren Cementir- und Puddelmethode zu weichen.

Producte.

Der nach der einen oder andern Methode erzeugte, zu Stäben ausgereckte Stahl (Analysen Bd. I. S. 723) wird in noch glühendem Zustande vom Ausschmieden her in den Härtetrog (S. 608) geworfen, wobei sich gute harte Stahlsorten schon durch das mit einem Klang verbundene Rissigwerden (S. 593) zu erkennen geben, dann die gehärteten Stangen über einer Vertiefung auf einer eisernen Unterlage oder durch Schlagen gegen eine kantige eiserne Unterlage in $^1/_4$—2 Fuss lange Stücke zerbrochen und diese nach ihrem Oberflächen- und Bruchansehn (S. 593) in gute und mehr oder weniger eisenschüssige Stahlsorten (S. 594) sortirt, welche entweder schon Handelswaare sind oder zur Darstellung mehr oder minder guter weicherer Guss- oder Gärbstahlsorten verwandt werden.

Während der Paaler und Kärnthner Rohstahl meist unraffinirt in den Handel geht und auch so verarbeitet wird, bedürfen die übrigen Sorten vor der Verwendung meist eines Gärbens, welches entweder auf den Rohstahlwerken selbst oder von eigenen Gärbhämmern ausgeführt wird.

Chemische Vorgänge.

Die Hauptabweichungen des Rohstahlfrischens vom Eisenfrischen sind S. 602 angegeben. Die chemischen Vorgänge bei ersterem sind verschieden je nach der gaar- oder rohschmelzigen Beschaffenheit des Roheisens.

Die gaarschmelzigen Roheisensorten (blumige Flossen bei der Steyer'schen und grossluckige Flossen von dem Hartzerrennen, S. 603), welche ausser Kohlenstoff höchstens geringe Mengen Mangan und nur Spuren von Silicium enthalten, schmelzen teigartig und langsam ein und verlieren hierbei durch Einwirkung der Gebläseluft so viel Kohlenstoff, dass sie bei normalem Gange im Wesentlichen schon in Stahl verwandelt sind, wenn sie auf den Frischboden gelangen. Hier bleiben sie kurze Zeit mit einer sehr flüssig gehaltenen, mehr rohen als gaaren Schlacke in Berührung und gerinnen unter mässigem Aufkochen zu einer compacten teigartigen Stahlmasse oder Luppe (Schrei, Dachel, Cotta), welche aus dem Herd genommen und in mehrere Stücke (Deule, Masseln) behuf des Ausheizens, Ganzmachens und Ausreckens (S. 608) zerschroten wird. Wollte man, wie beim Eisenfrischen, die niedergeschmolzene Masse

aufbrechen und über den Wind bringen, so wäre ein gleichmässiges Frischen der einzelnen Brocken unmöglich und die Entkohlung würde zu stark sein. Bei den Ausheiz- und Schmiedearbeiten kann die sehr geringe Schlackenmenge, welche die Stahlmasse einschliesst, völlig entfernt werden, ohne dass durch Einwirkung ihres Sauerstoffgehaltes der Kohlenstoff wesentlich verringert und der Stahl weicher wird. Man schmilzt die für eine Charge bestimmte Roheisenmenge in einzelnen Partien (Heissen, Heitzen) ein, wobei unter Beförderung des Gaarens durch die vollständigere Windeinwirkung die neu eingeschmolzene Heisse die unmittelbar unter ihr befindliche Masse auflöst, das Aufgelöste einige Zeit dünnflüssig bleibt und dann zu einer breiigen Masse gerinnt. Wird zur Erzielung eines gaarschmelzigen Eisens halbirtes oder graues Roheisen vorbereitet (S. 607), so finden dabei dieselben chemischen Vorgänge, wie beim Feinen des Roheisens behuf der Stabeisenbereitung statt (S. 443); Silicium und Mangan werden grossentheils ausgeschieden und der Graphit geht in chemisch gebundenen Kohlenstoff über, so beim Herstellen der Hartzerrennböden oder beim Bodenkochen der Kärnthner Schmiede und beim Sauerschmelzen der Paaler Methode, wobei mittelst Einrührens gaarender Zuschläge neben dem Feinen schon ein theilweises Gaaren, eine Kohlenstoffabscheidung veranlasst wird.

Während nach Vorstehendem bei gaarschmelzigem Roheisen die Entkohlung hauptsächlich über dem Winde und direct durch diesen, weniger durch sauerstoffabgebende Schlacken stattfindet, so tritt bei den dünnflüssig einschmelzenden rohschmelzigen Roheisensorten die Stahlbildung hauptsächlich unter dem Winde auf dem Frischboden durch Einwirkung sauerstoffhaltiger Substanzen ein, zum Theil aber auch durch directen Einfluss des auf den Boden gelangenden stechenden Windes. Dieses gelingt leichter bei dem kohlenstoff- und manganreichen, aber siliciumarmen Spiegeleisen (Siegener Methode), als bei den halbirten oder grauen Roheisensorten (norddeutsche und Rivoismethode). Beim Einschmelzen des Spiegeleisens wird ein Theil Eisen und Mangan oxydirt, die völlige Abscheidung des letzteren und des erforderlichen Theils Kohlen-

stoffs aber erst auf dem Boden durch das Durchrühren der eingeschmolzenen Heitzen mit gaarenden Substanzen vor scharfem Winde unter starkem Aufkochen herbeigeführt.

Bei halbirtem und grauem gaaren Roheisen (norddeutsche Frischmethode) mit grösserem Siliciumgehalt und wenig Mangan wird während des Einschmelzens der grösste Theil des Siliciums oxydirt, sowie der Graphit in chemisch gebundenen Kohlenstoff verwandelt und es kann das Silicium und der erforderliche Theil des Kohlenstoffs nur durch längere Einwirkung von Gaarschlacken und des Windes auf dem Boden unter Aufkochen entfernt werden, indem die einschmelzenden, noch siliciumhaltigen Heitzen die bereits auf dem Boden befindlichen gereinigten wieder mit Silicium versehen.

Sehr graues, Silicium, Schwefel und Mangan enthaltendes Roheisen, wie es z. B. im Isère-Departement (Dauphiné- oder Rivois-Stahlschmiede) verarbeitet wird, erfordert zuerst einen vollständigen Raffinirprozess durch Einschmelzen des Roheisens unter Einwirkung des Windes und weniger gaarer Zuschläge, wobei sich nach den Untersuchungen und Analysen von Lan (Bd. I. S. 726) Silicium, Schwefel und Mangan grossentheils abscheiden, der Graphit aber in chemisch gebundenen Kohlenstoff umgewandelt wird und dessen Menge sich vermehren kann (S. 443), während durch Abscheidung des oxydirten Siliciums eine rohere Schlacke entsteht. Erst in der dritten Periode (Rohfrischen) beim Durcharbeiten der gefeinten Masse mit Gaarschlacke beginnt sich unter völliger Abscheidung des Siliciums und Mangans ein Theil Kohlenstoff zu oxydiren, welche Reaction dann in der letzten Periode, dem Gaarfrischen, beendigt wird.

Nach den Analysen von Lan nimmt ein vorhandener Kupfergehalt wegen der schwierigeren Oxydirbarkeit des Kupfers zu, worauf Stengel (S. 589) bereits aufmerksam gemacht hat. Ein Kupfergehalt soll sich beim Ausschmieden des glühenden Stahls dadurch zu erkennen geben, dass fast nach jedem Hammerstreich einzelne, scheinbar aus dem Stahl kommende Funken neben dem Ambos niederfallen (das Gahn oder Funkeln der österreichischen Stahlschmiede).

Kennzeichen beim Frischen.

Man unterscheidet beim Stahlfrischen, ganz wie beim Eisenfrischen, einen Roh- und Gaargang.

Letzterer wird dadurch angezeigt, dass sich bei gehöriger Regulirung des Einschmelzens und der Windstärke die auf dem Herde befindliche Masse mit dem Spett stets eben, mehr oder weniger hart bis schlüpfrig, aber nicht klebrig anfühlt, dabei langsam höher wird, von einer dünnflüssigen, mehr rohen als gaaren Schlacke (Analysen Bd. I. S. 874) einige Zoll bedeckt ist, eine am Spett herausgenommene Schlackenprobe (Frischvogel, Spiessvogel) weiss erscheint und nur allmälig ihre Glühhitze verliert. Dabei muss die gaarer werdende Schlacke (Lacht, Sinter) von Zeit zu Zeit abgestochen (Sinterabstechen) und durch rohere ersetzt werden, weil sonst, namentlich bei Gaarschlacke am Ende des Prozesses, der Stahl zu weich ausfällt. Auch die aus dem Herde aufsteigende Flamme (Lauch) zeigt, indem sie kleine Schlackenperlen mit in die Höhe reisst, bei veränderter Feuergang ein abweichendes Verhalten. Die Windstärke beträgt etwa 10—15 Zoll Wassersäulenpressung; ist sie zu gross, so durchdringt der Wind das Schlackenbad zu sehr und wirkt zu stark gaarend, was namentlich bei gaarschmelzigem Roheisen zu vermeiden.

Ein zu gaarer Gang tritt leicht ein, wenn man das Roheisen zu langsam einschmilzt, wo dann die Masse am Boden klebrig wird, sich stark leuchtendes Dünneisen an die Spitze des Räumeisens anlegt, auch Frischvogel und Lauch heller werden. Es erfolgt dabei ein ungleichmässiger Stahl. Man beschleunigt alsdann das Roheisenschmelzen durch Verstärkung des Windes, lässt die zu gaaren Schlacken ab und gibt eine hinreichende Menge Rohschlacken oder selbst Quarz nach, kühlt die Masse durch kalte Flossenstücke oder nasse Schlacke oder Eingiessen von Wasser in die Form u. dgl.

Bei zu schnellem Einschmelzen des Roheisens, auch beim Abspringen von Eisenstücken, welche auf den Boden fallen, zeigt sich Rohgang; bei gaarschmelzigem Eisen wird alsdann die Masse am Boden hart, schmilzt immer tiefer weg und ist mit dem Spett zu dünnflüssig anzufühlen; der Frischvogel ist rothglühend, das Glühen desselben hört nach dem Herausnehmen fast sofort auf und es zeigen sich nur ein-

zelne helle Puncte zwischen schwarzen Zwischenräumen. Auch der Lauch zeigt sich verändert. Man verzögert alsdann das Einschmelzen, gibt bei geschwächtem Winde gaarende Zuschläge und kleinere Heissen unter öfterem Ablassen der zu rohen Schlacken, kühlt die Masse öfter über, holt etwa abgesprungene Stücke, wenn es angeht, mit einer Zange vom Boden heraus u. dgl. m.

1. Stahlfrischen mit gaarschmelzigem weissen Roheisen.

Rohmaterial.

§. 115. Steyersche Rohstahlarbeit. Nach derselben verarbeitet man im Allgemeinen blumige Flossen und je nachdem sich dieselben mehr dem Spiegeleisen (hauptgewerkschaftliche Methode) oder dem luckigen Roheisen nähern, wendet man in letzterem Falle ähnliche Löschfeuer, wie bei der Stabeisenbereitung (S. 480) an, in ersterem aber besondere Rohstahlfeuer (Taf. VII. Fig. 197). *a* Sinterzacken mit 4 Schlackenlöchern *α*. *b* Herdmauern. *c* Hinterzacken. *d* Herdboden, aus einer 4 Zoll dicken Lehmschicht bestehend und auf einer Grundmauer *e* ruhend. *f* Löschboden, 10—12 Zoll dick. *g* Eisenplatten vor der Brandmauer *h*. *i* Löschbank auf der Mauer *b*. *k* Schlacken- oder Sintergrube. *l* Kohlen. *m* Lösch.

Rohstahlfeuer.

Formzacken (Abbrand) und Gichtzacken (Wolfseisen) sind 21 Zoll, Hinter- und Schlackenzacken 28 Zoll lang. Der Formzacken hat 2 Zoll Neigung in den Herd, der Gichtzacken eben so viel aus dem Herd. Die Herdgrube ist 23 Zoll lang, 20 Zoll breit und 10—12 Zoll unter der Form tief. Die Form ragt bei 15 — 17° Neigung 4 Z. in den Herd hinein. Die Düsen von 15 — 16 Linien Durchmesser liefern Wind von 15 — 16 Zoll Wasserpressung und liegen $4\frac{1}{2}$—$5\frac{1}{2}$ Z. in der Form zurück.

Frischverfahren.

Man schmilzt zunächst, während dessen die Masseln an der Zange *K* vom vorhergehenden Dachel ausgeheizt werden, 120 Pfd. Flossen (erste Flossengarbe) mit auf die Kohlen gestreuter, etwas roher zerkleinter Eisenfrischschlacke ein (das Einrennen) und setzt, sobald sich nur noch 2 Masseln im Feuer befinden, eine zweite Garbe von 30—60 Pfd.-Gewicht nach. Sobald dann die Herdgrube auf 1—2 Zoll

unter der Form angefüllt und Gaare eingetreten ist, so treibt man das Feuer rasch zu Ende, sticht die Schlacke in die mit Wasser gefüllte Sintergrube ab, wirft eine Schaufel voll nasser Schlacke in den Herd, stellt das Gebläse ab, lüftet den Dachel, sticht ihn nach etwa $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde aus und zerschrotet ihn mittelst Schrothacke unter einem Hammer (S. 608) in 10—12 Masseln, welche, wie bemerkt, während des Einschmelzens nach und nach ausgeheizt werden, indem man die zuletzt daran kommenden in einem Wärmöfchen (S. 607) oder Glühherde (S. 608) heiss hält. Die unter Hämmern ausgereckten Stäbe werden noch glühend in den Härtetrog geworfen, sortirt nach ihrer Eisenschüssigkeit (S. 594) und danach in die S. 569 angegebenen Sorten getheilt. Man producirt in 2 zusammengehörigen Feuern mit einem Hammer und 4 Mann in 16 Stunden 12—15 Ctr. Stahlluppen mit 30 Cbfss. Kohlen bei kaltem und 22—25 Cbfss. bei erhitztem Winde und geschlossenen Herden; Abbrand 9—10 %; von 100 Ctr. Flossen erfolgen an 60 Ctr. Roh-, Edel- und Meisselstahl, 20 Ctr. Mock (eisenschüssiger Stahl), 6 Ctr. Hammereisen und 4 Ctr. Rohmittelzeug, Eisenverlust 10 %; doch erfolgen auch neuerdings bis 85 % Rohstahl und 5 % Mock bei 10 % Abbrand.

Die Steyersche Frischmethode ist auch in Sachsen[1]) versucht worden.

§. 116. Kärnthner Rohstahl- oder unächte Brescianarbeit. Halbirte und graue Striezelflossen werden durch Vorbereitung oder Feinen (Sauerbildung) in weisses grossluckiges Eisen verwandelt und dieses auf Rohstahl gegefrischt.

Material.

Der Frischherd hat bei 22—23 Zoll Länge und 23 bis 24 Z. Breite 7—9 Z. Tiefe unter der Form bis zum aufgestampften Löschboden. In der 16—17 Linien weiten und 10—16° stechenden Form mit $4^1/_2$ Zoll Ueberliegen ruht die 15—16 Linien weite Düse in 4—$4^1/_2$ Zoll Abstand von der Formmündung.

Rohstahlfeuer.

1) Bgwfd. V. No. 34. — B. u. h. Ztg. 1843. S. 385; 1844. S. 953. — Karst., Arch. 2 R. XVIII, 225.

Der Prozess wird in nachstehender Weise ausgeführt: 5 Ctr. graues oder halbirtes Roheisen werden behuf der Vorbereitung (Hartzerrennen) etwa innerhalb 3 Stunden rasch niedergeschmolzen und so lange der Einwirkung des Windes ausgesetzt, bis die erforderliche Reinigung erreicht worden, dann die Schlacke abgelassen und das mit Wasser abgeschreckte Eisen in 1—1½ Z. dicken Platten (Zerrennböden) aus dem Herd genommen. Nachdem dieser in Stand gesetzt, beginnt man mit dem Ausschweissen (Ausheizen, Putzen) der zwei Deule, in welche die Luppe (Dachel, Cotta) der vorigen Charge zerschroten, und schmiedet sie während 1½ Stunden zu einer Presa (Greife) aus, wobei an 15 % Abgang stattfinden. Während des nun noch weiteren Ausheizens und Ausschmiedens der beiden Deule schmilzt man behuf Bildung eines Frischbodens 40 — 70 Pfd. rohe Flossen mit etwas Schlacken in ½—¾ Stunden und dann die Hartzerrennböden nach und nach ein, welche, auf den Boden gelangend, eine mehr oder weniger dickflüssige Masse (Sauer) bilden.

Der von Kohlen und Schlacken blossgelegte Sauer wird dann mit einem Spett nach allen Seiten durchbrochen, die einzelnen Brocken nach der Mitte zu auf einen Haufen gebracht (Aufrichten des Sauers) und seine Consistenz beobachtet. Bei zu grosser Gaare lässt er sich nur in groben Brocken aufrichten und er muss dann durch baldiges Aufgeben von Roheisen wieder frischer gemacht, dagegen bei zu flüssiger, roher Beschaffenheit Hammerschlag eingerührt werden. Bei diesem Aufrichten des Sauers wird der aufgerichtete Haufen von der Hitze durchdrungen, die obere Partie durch den Wind zum Frischboden verkocht und die untere in Berührung mit dem glühenden Löschboden wieder zu Sauer umgestaltet, welcher sich durch die ganze folgende Periode erhalten und nach ausgestochener Luppe am Löschboden des Herdes wieder zeigen muss. Man versteht unter Sauer im Allgemeinen eine mehr oder weniger flüssige Eisenmasse, deren Flüssigkeitsgrad je nach der Gaare mit frisch bei grosser Flüssigkeit und mit weich bei halbgaarem Zustande bezeichnet wird.

Nach dem Aufrichten des Sauers wird die zweite Hälfte

des Deuls geputzt, das Stück ausgeschmiedet (Umschlagen des Deuls) und sodann, indem sich der Sauer während dessen an der Oberfläche zu einem ebenen gleichmässigen Boden verkocht hat, die Bildung der Luppe (Cotta) begonnen. Dabei wird gleichzeitig der umgeschlagene Deul (Massel) in zwei Halbdeulen ausgeheizt. Die ausgestochene Luppe wird in zwei Deule zerschroten, diese, wie oben angegeben, ausgeheizt, zu Stäben geschmiedet, diese gehärtet, zerbrochen und sortirt in Kölberl-, Tannenbaum-, Stuck-, Mockstahl und Refudi. Beim Ausrecken des Kölberlstahls zu feineren Dimensionen unter kleineren Ziehhämmern (S. 608) bei Anwendung von Ziehfeuern (S. 607) erfolgt Brescian- oder Kistenstahl [1]) (S. 594), welcher abermals bald nur hauptsächlich nach den Dimensionen (S. 594), bald gleichzeitig mit nach dem Oberflächen- und Bruchansehn, nachdem die Stangen gehärtet und dem Stahlreiben (S. 593) unterworfen sind, in Münzstahl, Drei- und Zweidupfstahl, Drei- und Zweidupfmock, Greifen- oder Bröckelstahl, Romanstahl und Refudi oder Abfälle sortirt wird.

Auf 100 Pfd. Rohstahl sammt Hartzerrennen braucht man 40—50 Cbfss. Kohlen bei 20—30 % Abbrand und erhält $^3/_4$ der Production guten Stahl, welcher härter und gleichartiger, als der Steyer'sche ist. Dagegen sind bei ersterem der Kohlenaufwand und Abbrand grösser.

Von Pichler [2]) ist die alte Kärnthner Methode dadurch verbessert, dass man das Hartzerrennen und das Ausschweissen der Deule zu gleicher Zeit und nicht hinter einander vornimmt, wobei man pro Centner Erzeugung 9,7 Cbfss. Holzkohlen und $^1/_5$ der ganzen Arbeitszeit spart, auch den Eisenabgang um 10 % vermindert.

In ähnlicher Weise, wie in Kärnthen, ist dieses Verfahren auch in Krain [3]) ausgeführt.

Paaler Methode.

Grosse Aehnlichkeit mit dem Kärnthner Verfahren hat die in der Paal (Steyermark) ausgeführte ächte Brescian-

---

1) Oesterr. Ztschr. 1860. No. 42. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 399.
2) Leoben. Jahrb. 1862. XI, 203. — B. u. h. Ztg. 1862. S. 319.
3) Bgwfd. III, 532.

stahlarbeit, bei welcher zum Unterschied von ersterem die Böden grössere Gaare haben und alle Deule vor dem Ausschmieden in den flüssigen Sauer getaucht werden, wodurch in Folge einer eintretenden Cementation ein äusserlich härteter und festerer Stahl erfolgt und einzelne unreine, weiche Ansätze weggelöst werden. Die grössere Tiefe der Herdgrube von 10 Zoll (vom Löschboden bis zum Formstein) trägt zur Flüssigerhaltung des Sauers bei. Ausserdem liegt die Form etwas steiler (16—20°) und es finden einige Modificationen beim Herstellen und Aufrichten des Sauers, beim Deulputzen etc. statt. Dieses Verfahren liefert zwar den besten Stahl[1]), erfordert aber nahe an 50 Cbfss. Kohlen pro 100 Pfd. Kölberlstahl bei 15—20% Abgang.

Wesen dieser Methode.

§. 117. Tyroler Stahlfrischerei. Dieselbe ist ein Mittelding zwischen der Steyer'schen und Kärnthner Methode, indem sie die Bildung der Hartzerrennböden, den Herdbau und die Art des Einschmelzens der Böden von der Kärnthner, das Ausheizen der Masseln und die Leitung des Frischens von der Steyer'schen Methode entlehnt hat. Ueber den Ausfall des Products und den Brennmaterialverbrauch war S. 609 die Rede.

Man kann in einem Herde abwechselnd beliebig Eisen oder Stahl je nach den Handelsverhältnissen erzeugen.

Dieses Verfahren ist unter Anderm in Pillersee[2]) in Anwendung.

2. Stahlfrischen mit rohschmelzigem Roheisen.

Rohstahlfeuer.

§. 118. Siegen'sche Methode[3]) für Spiegeleisen. Das gebräuchliche Rohstahlfeuer hat nachstehende Einrichtung (Taf. VII. Fig. 198, 199): *a* trockner Schotter. *b* Lehmsohle. *c* Sandsteinboden. *d* Formzacken. *e* Gichtzacken. *f* Hinterzacken. *g* Gichtplatte. *h* Arbeitsplatte. *i* unter der Arbeitsplatte befestigter Kasten mit einem grösseren

1) Leoben. Jahrb. 1863. XII, 73.
2) Leoben. Jahrb. 1857. VI, 278.
3) B. u. h. Ztg. 1844. S. 865, 953, 993. — Karst., Arch. 1 R. XVI, 332, 390; 2 R. IX, 265; XVIII, 200, 225, 260.

Schlackenloche am Boden. *k* halbrunde Form von 15—17 Linien Weite und 7—8 Linien Höhe, 2—3° geneigt. *l* Düse von 9—10 Lin. Durchmesser, 5/4 — 6/4 Zoll von der Formmündung zurückliegend, mit 15—20° Neigung. Windmenge pro Minute 81 Cbfss. mit 1 3/4 Pfd. Pressung.

Frischverfahren. In dem mit Hammerschlag und Gaarschlacke versehenen Herd schmilzt man zunächst zur Bildung eines Bodens eine Heisse von 30—40 Pfd. schneller als Spiegeleisen zu Stahl gerinnendes Nebeneisen (weisses oder halbirtes Eisen) bei kräftigem Winde ein. Dieselbe bleibt einige Zeit dünnflüssig, bildet dann aber allmälig eine butterähnliche Masse, worauf man die Rohschlacke so weit ablässt, dass sie nur noch 2 1/2 Zoll hoch im Herde stehen bleibt. Dann schmilzt man noch 3 Heissen Spiegeleisen von allmälig von 80—60 Pfund verringertem Gewicht jedesmal dann ein, wenn die vorhergehende Heisse die Masse am Boden zur Consistenz der weichen Butter aufgelöst hat. Es geht alsdann gaar, dagegen roh, wenn sich die Masse wie harte Butter anfühlt. Jedesmal vor dem Einschmelzen einer neuen Heisse wird die Schlacke grossentheils abgestochen, wobei die Flamme immer heller wird, weshalb man das Ablassen fast sämmtlicher Lacht das Flammen nennt. Dann folgt noch eine fünfte Heisse (erste Einbrennheisse) von 40—45 Pfd., eine sechste von 30 Pfd. und eine siebente von 20 Pfd., jedesmal, wenn der recht weisse Frischvogel die Gaare anzeigt. Hierauf wird das Gebläse eingestellt, die Luppe (Schrei) aus dem Herd genommen, zu einem Kuchen geschlagen, dieser in 7—8 Schirbel zerschroten und dieselben im Herde einzeln vorgewärmt und zu Stäben ausgereckt, welche nach dem Härten, Zerbrechen und Sortiren harten guten (Edelstahl) und eisenschüssigen Stahl (Mittelkür) geben. Ein Schrei von 400 Pfd. erfordert zu seiner Bildung 8 Stunden Zeit und liefert bei 20 1/2 % Abbrand an 318 Pfd. ausgereckten Stahl. Von 100 Pfd. Rohstahleisen erfolgen durchschnittlich 70 Pfd. Stahl, davon 3 Thle. Edelstahl und 1 Thl. Mittelkür. Man verbraucht auf 100 Pfd. Erzeugung 19—20 Cbfss. Kohlen. Siegen erzeugte im Jahre 1863 an 127,868 Pfd. Rohstahl neben 465,656 Pfd. Puddelstahl.

Der Siegener Prozess ist auch in Schweden[1]) gebräuchlich und producirt man danach jährlich 500—1000 Ctr. Rohstahl.

Frischverfahren.

§. 119. Norddeutsche Stahlfrischerei mit halbirtem oder grauem gaaren Roheisen. Das Frischen bei dieser (früher hauptsächlich in Westphalen, Schlesien, der Grafschaft Mark, auch zur Königshütte am Harz (hier für weisses Roheisen) und in Thüringen üblichen Methode geschieht ähnlich, wie im Siegen'schen, nur nimmt man bei weniger stechendem Winde (10—12°) die Heissen kleiner (25—30 Pfd.) und bewirkt deren Gaaren unter fortwährendem Durchrühren mit gaarenden Zuschlägen bei scharfem Winde und lebhaftem Kochen, bis ein kleiner weisser Frischvogel die Gaare anzeigt. Dann wird das Feuer abgeräumt, der 160—180 Pfd. schwere Schrei gekühlt und nach dem Ausbrechen in gewöhnlicher Weise behandelt. Unterbricht man den Prozess früher, als die Gaare eingetreten, so erfolgt ein sehr hartes Product ohne Geschmeidigkeit und Schweissbarkeit (Wilder- oder Willerstahl), welches wohl zu den Zieheissn der Drahthütten verwandt wird.

In Oberschlesien[2]) und Westphalen liefert ein Feuer wöchentlich 25 Ctr. Rohstahl bei 28—30% Abbrand und einem Verbrauch von 30—36 Cbfss. Kohlen pro Ctr. Stahl.

Zu Königshütte am Harze war das Feuer 2 Fuss 10 Zoll lang, 2 F. 2 Z. breit und von der Form bis zum Boden $5\frac{1}{2}$ Z. tief. Die Form ragte bei 14° Stechen $3\frac{1}{2}$ Z. in den Herd hinein in solcher Richtung, dass der Wind genau die Mitte desselben und beim Abprallen mehr die Vorderseite, als die übrigen Seiten des Herdes traf. Die Düse lag $1\frac{5}{8}$ Z. in der Form zurück. Man schmolz zu jedem Schrei $2—2\frac{1}{2}$ Ctr. Gittelde'sches weisses Roheisen (I. 770) ein und erhielt von 100 Pfd. 77 Pfd. Rohstahl bei einem Verbrauche von 28—29 Cbfss. Holzkohlen pro Ctr. Erzeugung, welche, zu $1\frac{1}{2}—1\frac{3}{4}$ Z. starken Stäben ausgereckt, Handelswaare gab oder noch gegärbt wurde.

1) Tunner, das Eisenhüttenwesen in Schweden. 1858. S. 83. B. u. h. Ztg. 1863. S. 239.
2) Preuss. Ztschr. XI, 279.

Neuerdings stellt man statt des Herdstahls aus dem bezeichneten guten Holzkohlenroheisen Puddelstahl dar, welcher unter einem Hammer gezängt, ausgeglüht, dann ausgewalzt, sortirt und theilweise im Uslar'schen Gussstahlwerk neben Schmalkalder Stahl zu einem für viele Zwecke tauglichen ausgezeichneten Gussstahl verarbeitet wird.

Frischverfahren.

§. 120. Dauphiné-Stahlschmiede oder Rivoisprozess. Dieselbe verarbeitet sehr graues Roheisen bei Einsätzen von 25 Ctr. in einem 20—28 Z. langen, 17—24 Z. breiten und 23—29 Z. tiefen Frischfeuer, dessen Frischboden 16—19 Z. unter der Form liegt. Der anfangs fast horizontalen, später geneigten Form entströmt der Wind mit etwa 2 Lin. Quecksilber-Pressung. Man schmilzt das Roheisen während 4—5 Stunden bei starkem Winde auf der Löschsohle ein, feint dasselbe dann unter Zuschlag gaarender Substanzen bei stark stechendem Winde und kühlt die Masse so weit, dass nach 2 Stunden das dickflüssig gewordene Eisen am Rande zu schaalen anfängt. Damit beginnt das Rohfrischen, indem man alle Rohschlacke absticht, das Feuer abräumt, die Masse bis zum teigartigen Zustand erstarren lässt und dann bei darüber gezogenem Feuer reichliche Zuschläge von Hammerschlag einrührt, wobei unter heftigem Aufkochen nach 5—7 Stunden oberflächlich der Masse eine halbgaare schwammige Roheisenkruste sich bildet. Jetzt erfolgt das Gaarfrischen, indem man die Kruste zu 5 bis 6 Deulen aufbricht, dieselben etwa $^1/_4$ Stunde in der flüssigen Gaarschlacke flüssig umwendet, gaart und zängt, dann zu der im Herde zurückbleibenden Masse gaarende Zuschläge gibt, eine zweite Gaarkruste bildet, diese aufbricht und wie die erste behandelt und so bei stark stechendem Winde fortfährt, bis aller Stahl ausgebrochen ist. Ein Frischen dauert 18—24 Stunden. Auf 100 Pfd. Rohstahl gehen 16 Cbfss. Kohlen bei 8—9 % Abbrand. Da die ersten Deule fast Schmiedeeisen, die letzten noch sehr rohen Stahl geben, so bedarfs einer sorgfältigen Sortirung des Materials.

Dieser Prozess, in seinen chemischen Vorgängen (S. 612) von Lan [1]) ausführlich beleuchtet, ist im Verschwinden begriffen und den meisten Zufälligkeiten ausgesetzt.

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 181, 441.

II. Darstellung von Stahl (Puddelstahl) in Flammöfen.

Geschichtliches.

§. 121. Allgemeines. Zur Erzeugung von Puddelstahl wurden die ersten Versuche im Jahre 1835 zu Frantschach[1]) in Kärnthen von SCHLEGEL und MÜLLER ausgeführt und von denselben bereits alle Bedingungen erkannt, welche man später bei der Stahlbereitung für erforderlich gefunden hat. Die Gründe, weshalb man damals in Kärnthen die Sache nicht weiter verfolgte, lagen einmal in der grossen Ertragsfähigkeit des Eisenpuddelns und dass man nicht Stahl erzeugen konnte, der mit dem Kärnthner Rohstahl den Vergleich aushielt. Auch lieferten an mehreren andern Orten, z. B. in Siegen 1838, zu Eibiswald 1849, zu Hagen 1840, später in Wasseralfingen, Limburg an der Lenne etc. angestellte Versuche keine genügenden Resultate, indem man kein gleichmässiges Product erzielen konnte.[2]) Erst im Jahre 1850 gelang es auf den Werken der Herren LEHRKIND, FALKENROTH & Comp. bei Haspe[3]) in Westphalen, nach den Angaben des Chemikers LOHAGE guten Puddelstahl zu erzeugen, und von da aus hat das Stahlpuddeln eine allgemeinere Verbreitung gefunden.

Vergleichung von Puddelstahl mit Rohstahl.[4])

Weit billiger, als Rohstahl, besitzt Puddelstahl aus angegebenen Gründen (S. 598) zuweilen nicht dessen Härte, weil die Luppen, ganz ähnlich wie Puddeleisen dem Herdfrischeisen gegenüber, mehr Schlacke eingemengt enthalten, bei deren Entfernung durch wiederholtes Ausschweissen zum reichlicheren Verbrennen von Kohlenstoff im Stahl Veranlassung gegeben wird. Auch kann der Puddelstahl mehr oder weniger von seinem Kohlenstoff verlieren, je nachdem die Luppen nach ihrer Vollendung mehr oder weniger rasch dem Einfluss der Luft und der Schlacke entzogen werden.

Während man dem Cementstahl (S. 600) jeden Grad von Härte geben kann, hat man dies mit dem Puddelstahl auch,

1) Leoben. Jahrb. 1853. III, 281; 1857. VI, 93. — Oesterr. Ztschr. 1855. S. 404.
2) Bgwfd. XVII, 4.
3) Leoben. Jahrb. 1852. II, 180. — Polyt. Centralbl. 1857. S. 603. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 234.
4) Leoben. Jahrb. 1853. III, 288. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 234.

wiewohl weniger in der Gewalt. Es sind indess derartige Fortschritte bei Bereitung des Puddelstahls gemacht (Anwendung höherer Temperaturen bei entsprechender Ofenconstruction, roherer Schlacken, eines passenden Roheisens, geeigneter Manipulationen etc.), dass derselbe den Rohstahl vertreten kann [1]) (S. 600); ja es lassen sich gewöhnliches Holzkohlenroheisen und gewisse Koksroheisensorten noch mit gutem Erfolg auf Stahl verpuddeln, welche im Frischherd keinen brauchbaren Stahl geben, weil man im Flammofen bei passender Wahl der Zuschläge mehr Herr der Operationen ist. Man gewahrt deshalb, dass die Herdarbeit immer mehr dem Flammofenfrischen weicht und die Holzkohlen für den Hohofen aufbewahrt werden, zumal der Puddelstahl billiger, leichter zu bearbeiten und einer allgemeineren Anwendung fähig ist, als Rohstahl. MALLET [2]) hat eine Reihe von Versuchen mit Puddelstahl angestellt, welche dargethan haben, dass derselbe zwar nicht mit den besten Stahlsorten zu vergleichen ist, aber zu vielen Zwecken benutzt werden kann, wozu Gussstahl zu kostspielig ist. Durch Cementiren [3]) macht man den Puddelstahl härter.

Puddelwerke für Instrumenten u. Massengussstahl.

Auf die Qualität des Puddelstahls ist von wesentlichem Einfluss die Beschaffenheit der Rohmaterialien und die weitere mechanische Bearbeitung, je nachdem er als Instrumenten- oder Werkzeugstahl (S. 567) oder als Massenstahl (S. 568) verwandt werden soll.

Chemische Vorgänge.

Nach den Untersuchungen von JANOYER [4]), LAN [5]), GRUNER [6]), SCHILLING [7]), ZANDER [8]) u. A. finden beim Stahlpuddeln ähnliche chemische Reactionen statt, wie beim Eisenpuddeln (S. 528).

Beim Einschmelzen eines reinen rohschmelzigen Roheisens mit gaarenden Zuschlägen findet die Wirkung des **Feinens** statt, d. h. eine Oxydation des grössten Theils Siliciums, Mangans, Phosphors und zuletzt des Schwefels, wobei die Schlacken roher werden und der Kohlenstoffgehalt

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 233.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 162.
3) Leoben. Jahrb. 1863. XII, 65.
4) B. u. h. Ztg. 1860. S. 150.
5) B. u. h. Ztg. 1860. S. 221, 435, 442.
6) B. u. h. Ztg. 1860. S. 233.
7) B. u. h. Ztg. 1863. S. 313.
8) Preuss. Ztschr. XI, 279.

nicht abnimmt, vielmehr wachsen kann. Bei verminderter Temperatur und mehr reducirender Flamme erlangt das Bad eine teigige Consistenz, in der nun beginnenden Rührperiode wird der Kohlenstoff unter Aufkochen der Masse nebst noch rückständigen fremden Stoffen von den Schlacken oxydirt und unter verstärkter Hitze fortwährend gerührt, bis das Aufblähen nachgelassen und das helle Glühen und die Schweissbarkeit der in der flüssigen Schlacke niedergesunkenen zusammenhängenden Metallkörner die eingetretene Stahlbildung andeuten. Bei dem nun beginnenden Luppenmachen muss der Luftzutritt sowohl, als die oxydirende Einwirkung der Schlacke (deshalb Anwendung von dünnflüssigen Rohschlacken) möglichst ausgeschlossen werden und ein rasches Zängen der Luppen stattfinden. Die Analysen des Eisens und der Schlacken in den verschiedenen Perioden des Prozesses von LAN (I 726, 875) und SCHILLING (c. l.) weisen den obigen Verlauf der Arbeit nach.

Vergleichung des Eisen- u. Stahlpuddelns. Zur Erzeugung eines guten Stahls müssen, im Vergleich zum Eisenpuddeln, nachstehende Bedingungen erfüllt sein:

1) Reines, rohschmelziges Roheisen. Da die oxydirende Wirkung der Schlacken auf den Kohlenstoff beschränkt werden muss, so würden sich aus einem unreineren, schnell frischenden gaarschmelzigen Roheisen die fremden Beimengungen nicht hinreichend abscheiden lassen, wenn man nicht ein zu kohlenstoffarmes Product erhalten wollte. Man schliesst deshalb alle kohlenstoffarmen weissen gaarschmelzigen Roheisensorten, sowie auch die aus sehr strengflüssiger Beschickung erblasenen siliciumreichen grauen Arten und die leichtflüssig erblasenen, schwefel- und phosphorhaltigen lichtgrauen Sorten aus. Das beste Material geben reine, stark gekohlte, manganhaltige Roheisensorten, als Spiegeleisen (S. 439) und blumige Flossen (S. 438), sowie gaares graues Roheisen (S. 440) am besten vom Holzkohlenofenbetriebe, doch liefern auch reine lichtgraue Sorten vom Koksofenbetriebe noch gute Resultate, namentlich bei einem grösseren Mangangehalt (z. B. Koksroheisen aus schottischem Kohleneisenstein). CLAY[1])

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 163.

erhielt gleich günstige Resultate mit kalt- und heisserblasenem Roheisen.

Die weissen zähflüssigen Koksroheisensorten [1]) sind hauptsächlich wegen ihres geringen Kohlenstoffgehaltes nicht zu verwenden, selbst nicht gut bei Zusatz von Spiegeleisen, weil kein homogenes Product entsteht. Besonders wirksam erweist sich ein Mangangehalt (S. 486) im Roheisen, welcher nicht immer durch einen Zuschlag von Braunstein ersetzt werden kann (S. 589); man verwendet deshalb zum Stahlpuddeln kein gefeintes Roheisen, weil dasselbe seinen Mangangehalt grösstentheils verloren hat, so dass der Kohlenstoff beim Einschmelzen des Roheisens nicht hinreichend gegen die Oxydation vom Mangan geschützt wird. Graues Roheisen, selbst wenn es durch Feinen in weisses übergeführt ist, entkohlt sich langsamer, weil der grössere Gehalt desselben an Silicium zum Meisten durch die oxydischen Schlacken abgeschieden werden muss, bevor die Oxydation des Kohlenstoffs durch dieselben eintritt. Man muss je nach diesem Verhalten des Roheisens beim Einschmelzen mehr oder weniger gaarende Zuschläge geben oder das zu rohschmelzige Eisen mit gaarschmelzigerem gattiren. Da das Einschmelzen bei sehr hoher Temperatur geschieht, so würde ein siliciumreicheres Eisen eine die Wände und den Boden rasch zerstörende dünnflüssige Rohschlacke geben. Eine manganreiche Schlacke ist auch dünnflüssig, wirkt aber nicht in der eben angegebenen Weise ungünstig ein.

Man muss das an und für sich roheinschmelzende Spiegeleisen oder graue Roheisen bei hoher Temperatur zur möglichst grossen Flüssigkeit bringen, um die Entkohlung zu verlangsamen, indem die gleichzeitig dünnflüssig werdende Schlacke das Eisen vor Luftzutritt schützt und sich weniger damit mengt, wodurch sich die entkohlende Wirkung mindert; auch scheint ihr vollkommen flüssiger Zustand für die Ausscheidung der Unreinigkeiten sehr wirksam zu sein, es nimmt bei hoher Temperatur die Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Sauerstoff ab und die der fremden Bestandtheile im Eisen zu und der dünnflüssige Zustand gestattet ein

1) Berggeist 1861. S. 153.

längeres, gleichmässiges Durchrühren, was von wesentlichem Einflusse auf die Gleichförmigkeit des Products ist. Man nimmt beim Stahlpuddeln die Chargen ½ — 1 Ctr. kleiner, als beim Eisenpuddeln, um rascher und sicherer zu arbeiten.

2) Eine hohe Temperatur. Das Stahlpuddeln wird während des Einschmelzens und Rührens aus eben angeführten Gründen bei einer höheren Temperatur durchgeführt, als das Eisenpuddeln, dagegen ist in der Periode des Luppenmachens wegen vorwaltend reducirender Flamme die Temperatur im Ofen geringer.

3) Die Schlacke ihrer Qualität und Quantität nach. Während des Einschmelzens gibt man je nach der Beschaffenheit des Roheisens mehr oder weniger gaarende Zuschläge, namentlich gegen das Ende muss eine mehr rohere, also weniger oxydirende Schlacke in grösserer Menge und von dem gehörigen Grade der Dünnflüssigkeit vorhanden sein, damit sie den fertigen Stahl gegen Luftzutritt thunlichst abschliesst und das Gaaren unter der Schlacke vorgenommen werden kann. Eine basische, zähflüssigere Schlacke, wie sie beim Eisenpuddeln erzeugt wird, würde bei der Stahlbereitung der Härte und Reinheit des Stahls wegen Beschleunigung des Frischens schaden.

Man stimmt die entkohlende Wirkung der Schlacke meist durch einen Zuschlag bald von Gaarschlacken, Zängeschlacken oder Hammerschlag, bald von Thon [1]), Quarz, Schweissofen-, Puddel- oder Löschtrogschlacken, wenn das Roheisen einen hinreichenden Mangangehalt besitzt, um die erforderliche dünnflüssige Schlacke zu erzeugen; sonst gibt man Leichtflüssigkeit und wohl zugleich Reinigung herbeiführende Zuschläge, z. B. das SCHAFHÄUTL'sche Pulver (S. 605) oder nur Braunstein oder Kochsalz u. a. m., sofern sie nicht zu theuer sind.

Nach LAN [2]) und GRUNER [3]) stellt man zweckmässig eine im Wesentlichen aus dem doppelt basischen Silicat von Eisen- und Manganoxydul bestehende Schlacke mit 8—10%

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 163.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 258, 450.
3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 263.

Manganoxydul her, welche bei grosser Schmelzbarkeit keine sehr stark kohlende Wirkung ausübt. Die Schlacke muss um so weniger basisch sein, je härter der Stahl werden soll. Dass man die Dünnflüssigkeit der Schlacke zweckmässiger durch einen Alkali- oder Mangangehalt, als durch einen grösseren Kieselsäuregehalt herbeiführt, ist bereits bemerkt (S. 625).

Man gibt die Zuschläge entweder zugleich ganz mit dem Roheisen in den Ofen oder, wie meist bei weissem Eisen zur Beschleunigung der Arbeit, theilweise erst nach dem Einschmelzen desselben [das Füttern[1])]. Es hängt in letzterm Falle die Grösse des Zusatzes von dem Flüssigkeitsgrad des Eisens, der Temperatur des Ofens und der während des Einschmelzens entstandenen Schlackenmenge ab. Bei Chargen von etwa 350 Pfd. beträgt der z. B. aus eigenen Schlacken oder einem Gemenge von Schweissofen- und Gaarschlacke bestehende Zuschlag etwa 40—60 Pfd., welcher unter stetem Umrühren eingetragen wird. Die dabei eingetretene, das Gaaren beschleunigende Temperaturerniederung muss durch eine scharfe Hitze beseitigt werden, bis die Masse nach $^1/_4$—$^1/_2$ Stunde zum Rühren hinreichend weich geworden. Ein Braunstein- oder Kochsalzzusatz oder ein Gemenge beider (4—8 Pfd.) im Verhältniss von 1 : 2 wird wohl während des Wiedereinschmelzens gegeben und nöthigenfalls nochmals wiederholt. Man hat bei dem Füttern die Temperatur weniger in der Gewalt, als bei ersterem Verfahren, und die Entfernung der fremden Stoffe findet weniger vollständig statt, weil nach dem Wiedererweichen der durch den Schlackenzusatz abgekühlten Masse Entkohlung und Reinigung zu gleicher Zeit eintritt. Dieser Uebelstand ist um so weniger von Einfluss, je reiner das Roheisen, z. B. Spiegeleisen im Siegen'schen und in Steyermark. Zuweilen setzt man nach dem Schlackenzusatz, wenn die Masse zu steigen beginnt, in der Nähe der Feuerbrücke auf einer Cinderunterlage 20—40 Pfd. Roheisen ein und vermengt das

1) Oesterr. Ztschr. 1863. S. 270. — B. u. h. Ztg. 1855. S. 183; 1860. S. 258.

schmelzende Eisen zur Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes mit der aufkochenden Masse [RIEPE's Methode [1])].

4) Gang des Betriebes, und zwar:

a) Das Einschmelzen findet, wie bemerkt, bei höherer Temperatur, als beim Eisenfrischen und möglichst gleichmässig während 42—45 Minuten statt, und müssen die Ofendimensionen passend gewählt sein, um zur Schwächung der oxydirenden Einwirkung der Luft die Schmelzperiode abzukürzen.

b) Das Rühren wird auch bei höherer Temperatur längere Zeit (2—5 Haken mehr) und fleissiger durchgeführt, ehe der Satz in die Höhe kommt; ein Wassergiessen würde den Ofen meist zu sehr abkühlen, was in den folgenden Stadien schädlich wäre. Beim Steigen müssen die die Schlacke durchbrechenden Metalltheilchen feinkörniger sein, als bei Eisen; phosphorhaltiges Eisen wird nie so fein, als phosphorfreies.

c) Das Gaarmachen, welches bei dem höchsten Stand des Satzes beginnt, geschieht unter öfterem Durchschlagen der Masse bei geschlossenem Temper und bei rauchiger Flamme, während beim Eisenfrischen das Register zum Theil offen ist. Während man bei der Eisenbereitung nach dem Gaaren zum Umsetzen (S. 535) schreitet, so nimmt man beim Stahlpuddeln meist gleich

d) das Luppenmachen vor, wobei man, je nachdem der Stahlsatz mehr oder weniger roh und die Arbeiter mehr oder weniger geschickt sind, entweder alle Luppen, ähnlich wie beim Eisenpuddeln, oder nur eine Hälfte derselben vor dem Zängen fertig macht, oder bei minder guten Arbeitern jede fertige Luppe gleich unter den Hammer bringt und während dessen eine neue vorrichtet. Das Schweissen und Ausschmieden muss, wie beim Rohstahl (S. 608) sorgfältig und bei der richtigen Temperatur geschehen. Während beim Eisenfrischen noch eine weitere Entkohlung beim Luppenmachen stattfinden soll, so vermeidet man dies beim Stahl möglichst. Durch die raschere Arbeit beim Luppenmachen und das meist ausfallende Umsetzen wird die längere Rühr-

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 163; 1861. S. 372.

periode wieder eingebracht. Das Zängen muss bei Stahl vorsichtiger, als bei Eisen geschehen. Es verhalten sich die Zeiten beim Puddeln verschiedener Eisen- und Stahlsorten, auf welche besonders die Roheisenbeschaffenheit influirt, wie folgt:

	Schmiedeeisen. Min.	Feinkorneisen. Min.	Stahl. Min.
Einschmelzen . .	30—40	40—50	40—50
Rühren	30—35	45—55	45—50
Stahlbilden . . .	15—20	20—25	20—25
Eisenbilden . . .	10	3—5	—
Luppenmachen . .	10	10	10
	115—125	118—130	115—130

5) Brennmaterialverbrauch. Derselbe ist meist etwas grösser, als beim Eisenpuddeln (100—120 %) und beträgt bei guten Stückkohlen 125 — 130 %, kann aber bei minderen Steinkohlen und je nachdem das Herdeisen durch Luft oder Wasser gekühlt ist, auf 140—160 % steigen; mit Einrechnung des Schweissens beträgt er an 190 %.

6) Abgang. Derselbe, durchschnittlich 6 — 9 % betragend und geringer wie beim Eisenpuddeln, richtet sich einestheils nach der Beschaffenheit des Roheisens (bei manganreichem oder siliciumhaltigem Roheisen ist er z. B. grösser), den Zuschlägen, dem Ofengange, dann, ob man einen ordinairen oder bessern Stahl erhalten will und danach die Art der Bearbeitung einrichtet. Beim Stahlfrischen allein finden durchschnittlich 6—9 % und incl. des Schweissens 15—20 % Verlust statt.

7) Production. Man producirt in 12 Stunden 1800 bis 2000 Pfd. gezängten oder 1600—1900 Pfd. geschweissten und ausgewalzten Stahl. In 12 Stunden macht man beim Eisenpuddeln 8—9, beim Stahlpuddeln 6—7 Chargen.

8) Kosten. Wenngleich die Zeit zum Puddeln einer Charge Eisen und Stahl nahe gleich ist, so kommen doch die Kosten bei letzterem wegen der kleineren Einsätze, öfterer Bodenreparaturen, theurerer Zuschläge etc. höher, als bei ersterem, übersteigen aber die des weichen Eisens nach Gruner [1]) kaum um 20 — 25 Frs. pro Tonne, wenn man

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 290.

gleiche Roheisensorten verwendet. Da aber das zum Stahlpuddeln verwandte Roheisen immer von guter Qualität sein muss, so ist der Verkaufspreis des Stahls verhältnissmässig höher, als der des Stabeisens. Auf 1000 Kil. Puddeleisen gehen 2,2—2,5, auf Puddelstahl 2,7—3,3 Schichten.

9) Die Construction des Puddelofens. Dieselbe nähert sich der eines Feinkornofens (S. 501) und unterscheidet sich von einem gewöhnlichen Puddelofen hauptsächlich in Folgendem:

a) Man wendet nur einfache Oefen an; Doppelöfen (S. 507) empfehlen sich nicht, weil man in ersteren den Prozess besser in der Gewalt hat und die Chargendauer, namentlich im letzten Stadium, sich verkürzt, wo in Folge dessen der Herd weniger leidet und die oxydirende Einwirkung vermindert wird.

b) Den Herd nimmt man kleiner, als bei gewöhnlichen Puddelöfen, so dass das Verhältniss von Rost- zu Herdfläche grösser wird, um rasch hohe Temperaturen im Ofen zu erzeugen, wozu auch eine hinreichend hohe, mit einem Temper gut verschliessbare Esse beitragen muss. Der gute Verschluss der letztern ist nöthig, damit keine Luft, ohne dass man es will, in den Ofen gelangen kann. Der Herd muss 2 — 3 Zoll tiefer oder Feuer- und Fuchsbrücke um so viel höher sein (etwa 12 — 14 Zoll über dem Herdboden), damit ersterer, wie es der Prozess erheischt (S. 626), mehr Schlacken aufnehmen kann und diese bei dem starken Aufblähen des kohlenreichen Roheisens nicht in zu grosser Menge über Fuchsbrücke und Arbeitsplatte ausfliessen; auch wird bei tieferem Herd das Gaaren verlangsamt.

Das Herdeisen muss zum Schutz gegen die zerstörende Wirkung der grossen Menge Rohschlacke bei der herrschenden hohen Temperatur durch Wasser oder Luft gekühlt werden. Bei Wasserkühlung braucht man mehr Brennmaterial (auf 100 Stahl z. B. 150 Steinkohlen), als bei Luftkühlung (nur 120 Steinkohle), erhält aber einen härteren Stahl mit feinerem Korn, indem die stärkere Abkühlung der

Herdwände die Einwirkung des Eisenoxydes auf den Kohlenstoff schwächt.[1]) Auch hat man den Grad der Abkühlung mehr in der Gewalt.

Das Herdgewölbe macht man bald 4—6 Zoll höher, als beim Eisenpuddelofen (Steyermark, Kärnthen), um die eintretende oxydirende Luft vom Metallbade entfernter zu halten, bald behuf leichterer Steigerung der Temperatur tiefer (z. B. zu Königshütte am Harz). Zur bessern Abkühlung gibt man der Bodenplatte nur 2—3 Z. Stärke.

c) Der Fuchs muss im Querschnitt grösser sein, und von grosser Wichtigkeit ist das tiefere Niedergehen des Fuchsgewölbes unter die Fuchsbrückenkante. Ein längeres, nicht zu kurzes Fuchsgewölbe gestattet eine richtigere Leitung der Temperatur, deren Gleichmässigkeit an der Brust und Hinterwand nach RESCH[2]) erzielt wird durch ein Verschieben des Fuchsmittels gegen das Feuerbrückenmittel nach vorn und das Niedergehen des hintern Herdgewölbwiderlagers um $^6/_4$ Zoll gegen die Brustwiderlager.

d) Vorglühherde hinter dem Fuchs empfehlen sich weniger, als beim Eisenpuddeln, weil die geglühten und dabei theilweise entkohlten Flossen leicht einen zu weichen Stahl geben. Dagegen kann man die abgehende Flamme, z. B. nach den von RESCH mitgetheilten Resultaten, bis zu einer gewissen Grenze zur Dampferzeugung benutzen.

e) Der Rost liegt zweckmässig einige Zoll tiefer, als bei Eisenpuddelöfen, um mehr Brennmaterial darauf zu halten und eine mehr reducirende Wirkung, wenn es erforderlich ist, ausüben zu können. Unterwind hat sich in Bezug auf Brennmaterialersparung und bessere Leitung des Betriebes practisch bewährt. Gute Steinkohlen bedürfen weniger des Nachschürens, als Holz, und geben in der letzten Periode leichter eine rauchige Flamme. Zur Erhaltung einer solchen bei Holzfeuerung wirft man wohl in der letzten Periode etwas Steinkohlen auf das Holz [Hirschwang[3])]. Treppenroste sind meist unbrauchbar,

---

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 224, 289.
2) Oesterr. Ztschr. 1863. S. 267.
3) Oesterr. Ztschr. 1863. S. 270.

weil sie zu viel unzersetzte Luft durchlassen, dagegen hat man nach SPENCE [1]) zweckmässig zwei Roste hinter einander gelegt, den hintern 4 Zoll tiefer. Während des Einschmelzens sind die Aschenfälle beider geöffnet, später, wenn eine reducirende Flamme erzeugt werden soll, verschliesst man den hinteren Aschenfall, wo dann die glühenden Koks auf dem hinteren Roste den freien Sauerstoff der durch den ersten Rost unzersetzt hindurchgetretenen Luft aufnehmen.

Eine Gasfeuerung empfiehlt sich beim Stahlpuddeln sehr wegen leichterer Regulirung der oxydirenden und reducirenden Wirkung. Zur Verminderung der zu energischen Wirkung des Oberwindes lässt man denselben mehr in der Richtung des Gewölbes streichen oder wie bei den schwedischen Gasöfen (I. 344) vor der Feuerbrücke vertikal niedergehen.

Es ist nach den angegebenen Daten zweckmässiger, zum Stahlpuddeln einen besonderen Ofen anzuwenden, als sich, wie es häufig geschieht, eines gewöhnlichen Eisenpuddelofens dazu zu bedienen. Die Beschaffenheit des Ofens, in welchem man alle Vorgänge verfolgen kann, sowie die Art und Weise der Arbeit mit Schlacken von verschiedener Acidität gibt dem Stahlpuddelprozess eine grosse Beweglichkeit und gestattet die Darstellung weicherer und härterer Stahlsorten.

f) Die Dimensionen verschiedener Stahlpuddelöfen sind von JANOYER [2]), LAN [3]), GRUNER [4]), RESCH (c. l.) u. A., wie folgt, mitgetheilt:

		Nach JANOYER. Met.	Nach LAN. Met.
Rost	Länge (nach der grossen Ofenaxe)	0,90	0,9–1
	Breite	1,00	0,9
	Höhe unter dem Gewölbe	0,75	0,60—0,75

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 448; 1861. S. 316. — DINGL. Bd. 153. S. 140.
2) B. u. h. Ztg. 1860. 149.
3) B. u. h. Zt. 1860. S. 222.
4) B. u. h. Ztg. 1860. S. 263.

		Nach Janoyer. Met.	Nach Lan. Met.
Grosse Feuerbrücke	Länge	1,00	0,70—0,80
	Breite	0,37	0,25—0,35
	Höhe	0,27	0,35—0,40
Fuchsbrücke	Länge	0,30	0,35—0,40
	Breite	0,24	— —
	Höhe	0,27	0,35—0,40
Sohle	Länge	1,55	1,5—1,6
	Breite	1,40	1,35—1,40
Fuchs	Breite	0,30	— —
	Höhe	0,30	— —
Höhe der Schwelle über der Sohle		0,27	0,20—0,25
Höhe des Gewölbes über der Sohle		0,70	0,65—0,70
Höhe des Schornsteins		13—15	— —
		Q.-Met.	
Querschnitt des Schornsteins		0,25	— —
Höhe des Gewölbes am Fuchs		—	0,55—0,60
Dicke der Schlackensohle		—	0,10—0,15

Nach Gruner weichen die Stahlpuddelöfen behuf Erlangung höherer Temperaturen etc. von den Eisenpuddelöfen in Folgendem ab:

	Stahlpudd. Met.	Eisenpudd. Met.
Länge des Herdes	1,55—1,60	1,90—2
Verhältniss der Rost- zur Herdfläche	1 : 2	1 : 2,5
Verhältniss der Fuchs- zur Rostfläche	1,10 : 1	0,06—008 : 1
Höhe der Feuerbrücke über der Sohlplatte	0,27—0,41	0,25—0,27
Stärke der Schlackensohle	0,12—0,13	— —
Höhe des Schornsteins	13—15	— —

Steinkohlen-Stahl-Puddelofen zu Lohe im Siegen'schen (Taf. VII. Fig. 200, 201). *a* Rost. *b* Schürloch. *d* Feuerbrücke mit Wasserkühlung im Herdeisen. *e* Herd. *f* Fuchsbrücke. *g* Arbeitsöffnung. *h* Esse.

Holz-Stahl-Puddelofen zu Hirschwang bei Reichenau, welcher gleichzeitig zum Eisenpuddeln dient (Taf. VII. Fig. 202, 203). *a* Feuerungsraum. *b* Schürloch. *d* Feuerbrücke. *e* Herd, die Sohlplatte aus 3 Theilen bestehend und der Raum unter derselben vermauert, um zu starke Abkühlung durch Luftcirculation zu verhüten. *f* Fuchsbrücke. *g* Arbeitsöffnung. *h* Esse. *i* Fuchsloch. *k* Vorglühherd, nur bei der Stabeisenbereitung benutzt.

Mechanische Behandlung des Puddelstahls.

Je nach der beabsichtigten Verwendung wird der Puddelstahl nach dem Zängen unter Hämmern oder Walzen — nachdem er vorher geglüht — in Stäbe etc. verwandelt und diese in den Handel gegeben, oder dieselben werden durch Umschmelzen oder Gärben raffinirt, letzteres namentlich, wenn grössere Stücke davon angefertigt werden sollen. Der Puddelstahl schweisst zwar leichter und besser, als Cementstahl und selbst leichter, als Schmelzstahl, kann aber dabei mehr oder weniger leicht seine Stahlnatur verlieren, je nach seinem ursprünglichen Kohlenstoffgehalt und der Qualität des angewandten Roheisens (S. 598). Nach SPENCE [1]) gibt aus Rotheisenstein erblasenes Roheisen sehr harten Puddelstahl.

Während nach CLAY [2]) Schmiedeeisen bei wiederholtem Paquetiren an Festigkeit bis zu einem gewissen Grade zunahm, fand dieses Verhalten bei Puddelstahl nur bei der ersten Paquetbildung statt, bei den folgenden verminderte sich die absolute Festigkeit.

Für eine Massenproduction empfehlen sich zum Schweissen des Puddelstahls Flammöfen mit Dampfhämmern und Walzwerken, während man auf kleineren Werken (Siegen, Oberharz etc.) mit den Puddelöfen Schweissfeuer (Taf. VII. Fig. 204, 205) verbindet. *a* Feuergrube. *b* Arbeitsplatte. *c* Schlackenabstich. *d* Form. *e* Esse.

Die Schweissöfen haben meist die Einrichtung der Eisenschweissöfen mit Sandherd, zuweilen aber eine bis zur Arbeitsplatte erhöhte Schlackensohle, welche beim Schweissen weich wird und den darin umgewandten Luppen einen schützenden Ueberzug gibt (Haspe).

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 448.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 170.

Das Schmieden liefert einen feinkörnigeren Stahl, als das Walzen; bei beiden darf der Stahl, damit er nicht in Stücke zerfällt, nur rothglühend gemacht werden und nicht die Temperatur des Eisens erhalten. Es müssen deshalb die Stahlpaquete zweimal erhitzt werden, weil ihre Hitze nach dem Grobwalzen zum Feinwalzen nicht mehr ausreicht. Je grösser die auszuheizenden Masseln, um so schwieriger nehmen sie eine gleichmässige Temperatur an; es ist deshalb zweckmässig, die Stahlluppen möglichst klein zu machen und sie dann stark abzuhämmern. Von Westphalen aus geht quadratisch gewalzter Puddelstahl von $1/2$—$3/4$ Z. Stärke unter dem Namen India-Steel über Hamburg und gehärtet in Kisten verpackt als Mailänder Stahl in den Handel.

§. 122. Verfahren beim Stahlpuddeln. Die Abweichungen beim Stahlpuddeln werden hauptsächlich durch die Beschaffenheit des Roheisens und die erzielte Stahlqualität bedingt; es muss sich nach derselben die Qualität und Quantität des Schlackenzuschlages, die anzuwendende Temperatur und die Manipulationsweise richten. Gewöhnlich gibt man die erforderlichen Schlackenzuschläge gleich beim Einsetzen des Roheisens und nur bei reineren Eisensorten (Spiegeleisen) zuweilen nach dem Einschmelzen (S. 627).

Modificationen beim Puddeln.

Beim Puddeln [1]) kommen nachstehende Operationen vor:

1) Herdmachen und Anwärmen des Ofens. Der Herd wird, ähnlich wie beim Eisenpuddeln, aus Gaarschlacken, auch wohl aus Hammerschlag und Abfällen von verbranntem Eisen etwa 5 Z. hoch bei allmälig gesteigerter Temperatur zum Fritten gebracht und muss möglichst strengflüssig sein. Bei Gasfeuerung geschieht das Anwärmen anfangs durch kleine Feuer im Generator sowohl, als auch in der Mitte des Herdes; zu Anfang gibt man nur wenig Unter-

Herdmachen.

---

1) Broomann: B. u. h. Ztg. 1855. S. 183. — Clay: B. u. h. Ztg. 1858. S. 162. — Delvaux de Fenffe in Hartmann, Fortschr. I, 422. — Lan: B. u. h. Ztg. 1860. S. 221, 435. — Janoyer: ibid. S. 149. — Gruner: ibid. S. 233. — Schilling: ibid. 1863. S. 313. — Tunnèr im Leoben. Jahrb. 1852. II, 181; 1853. III, 281; 1857. VI, 81.

wind, der allmälig verstärkt wird, dagegen Oberwind erst nach völliger Austrocknung der Ofenwände. Sobald diese hellglühend und die Schlacken teigartig geworden, kann man mit dem Chargiren beginnen.

Um den Ofen in die gehörige Temperatur zu bringen, puddelt man wohl erst einige schwache Sätze auf Frischeisen und zwar, wenn nicht sehr rohschmelziges Roheisen verarbeitet werden soll, bei Rohgang.

Chargiren.

2) Chargiren. Man bringt vor dem Einsatz des Roheisens bei rohschmelzigem grauen Roheisen mehr gaare und bei gaarschmelzigem weissen Eisen (Spiegeleisen) mehr Rohschlacken, im ersteren Falle diese auch in reichlicherer Menge in den Herd, nachdem mit einem Rühreisen flüssige Schlacke an das Legeisen geschoben, um dasselbe in der ersten Periode möglichst zu kühlen und vor Ansätzen zu hüten. War der Ofen schon im Betriebe, so muss man nach jeder Charge ebenfalls einen Schlackenzusatz geben, nöthigenfalls auch, wenn der Ofen zu heiss war, den zu weich gewordenen Herd durch Wasser und Offenlassen der Arbeitsthür abkühlen. Bei Spiegeleisen gibt man, wie bereits bemerkt, die Schlackenzuschläge häufig erst nach dem Einschmelzen. Die nun auf den Herd gesetzte Roheisencharge wird, um die Arbeit sicherer leiten zu können, meist nur zu 3 — 3½ Ctr. und noch kleiner, zuweilen bis 4 Ctr. schwer genommen.

Einschmelzen.

3) Einschmelzen. Bei geschlossener Arbeitsthür schmilzt man das meist an der Hinterwand in möglichst gleich grossen Stücken aufgestellte oder in der Mitte des Herdes befindliche Roheisen, je nachdem der Herd erwärmt oder abgekühlt werden muss (S. 529), bei vollem Feuer möglichst rasch ein, indem man das Loch in der Arbeitsthür mit einem Vorsetzbleche versieht und die Ritzen zwischen Thür und Umfassungsplatten mit Schlacken verstopft. Der Temper ist geöffnet und man schürt alle 12—14 Min. Bei Gasfeuerung wendet man in dieser Periode neutrale Gase an, d. h. man lässt Unter- und Oberwind in solcher Menge zutreten, dass die Gase vollständig verbrennen und die oxydirende Wirkung auf das Roheisen möglichst beschränkt wird. Gewahrt man durch das Schauloch in der

Arbeitsöffnung, dass das Roheisen zum grossen Theil eingeschmolzen (nach 18—24 Min.), so zieht man das Uebrige in die Mitte des Herdes und versetzt Alles bei bis zur Weissgluth gesteigerter Temperatur in Fluss, indem man den Herd mit dem Spitzeisen aufsticht, um ungeschmolzene Ansätze loszubrechen. Die Dauer des Einschmelzens kann 35 bis 50 Min. je nach der Beschaffenheit des Roheisens und der Feuerung betragen.

Rühren.

4) Rühren. Dieses Verfahren weicht ab, je nachdem die Schlacken grossentheils jetzt zugesetzt werden (S. 627) oder dieses bereits vor dem Einschmelzen geschehen ist.

a) In ersterem Falle rührt man nach erfolgtem Einschmelzen (z. B. zu Lohe, in Steyermark etc.) die ganze Masse durch, schliesst die Essenklappe und setzt mehr oder weniger eigene Schlacken oder ein Gemenge von Schweissofen- und Puddelgaarschlacke etc., je nach dem Hitzgrade des Ofens und dem augenblicklichen Flüssigkeitszustand des Roheisens zu (das Füttern). Heiss eingeschmolzenes graues Roheisen oder Spiegeleisen erfordert mehr Schlacke, als blumiges; war vor dem Einschmelzen viel flüssige Schlacke im Ofen, so schlägt man mehr kalte Schlacken zu, als bei kaltem Herde und weniger flüssiger Schlacke. Nimmt man zu viel rohe Schlacken, so wird das Product selbst unvollkommen gereinigt (roh) und die kieselerdereichen Schlacken greifen den Herd stark an. Die Schlacke wird häufig mit Zuschlägen von Braunstein und Kochsalz mittelst eines Hakens in die Masse eingerührt, das angesteifte Gemenge in die Mitte des Herdes gezogen und die Temperatur bei geöffnetem Temper und geschlossener Arbeitsöffnung so stark erhöht, bis dasselbe oberflächlich aus einander zu fliessen beginnt. Dann bricht man die Masse auf, vertheilt sie nach allen Seiten hin, rührt sie fortwährend mit einem Haken um, worauf alsbald das Steigen oder Treiben des Satzes beginnt. Dauert dieses bei unrichtigem Füttern zu lange, so trägt man wohl noch gaare nasse Schlacken ein.

b) War die erforderliche Schlackenmenge gleich zu Anfang mit dem Roheisen eingesetzt und bedarfs keiner Regu-
lackenmenge mehr, so beginnt man, wohl unter
unstein und Kochsalz oder von letzterem

allein, zur Bildung einer flüssigen Schlacke die Masse bei geschlossenem Temper aufzubrechen und fortwährend zu rühren, worauf das Bad unter Verdicken sich aufbläht, und zwar bei dem Verpuddeln sehr kohlenstoffreichen Roheisens so lebhaft, dass ein Theil der Schlacke über Arbeitsplatte und Fuchsbrücke ausfliessen kann. Damit dies in nicht zu reichlicher Menge geschieht, hat man die Herdplatte tiefer zu legen, als bei Eisenpuddelöfen.

Man muss bei Darstellung des Stahls einige Haken mehr rühren und zwar bei höherer Temperatur, als beim Eisenpuddeln (S. 628). Bei Anwendung von Gasfeuerung ist der Oberwind abzustellen.

Gaaren.

5) Gaaren. Man versteht darunter diejenige Periode, während welcher aus der am höchsten gestiegenen Masse Stahl gebildet werden soll, und zwar verfährt man dabei verschieden, je nachdem man weichen oder harten Stahl erzeugen will.

a) Im ersteren Falle wird bei etwas gesteigerter Temperatur durch theilweise geöffneten Temper, wobei aber die nur zur oberen Hälfte der Arbeitsthür herausschlagende, glänzendweisse Flamme immer noch reducirend wirkt, die Masse so lange kräftig durchgerührt, bis eine Menge fester Körner erst mit rothem, dann mit weissem Glanz in der flüssigen Masse auf und nieder steigen und das Bestreben haben, zu schneeweissen, blumenkohlähnlichen Klumpen zusammenzuschweissen, was ein Zeichen der eingetretenen Stahlbildung ist. Man fährt fort lebhaft zu rühren, bis der Haken dabei zu viel Widerstand findet wegen Vereinigung der Stahlkörner zu grösseren Partien. Die anfangs wenig an der Brechstange haftenden Schlacken mit röthlicher Farbe thun dies immer mehr, werden weisser und schliessen an der Luft funkensprühende Körner ein, deren Zahl und Grösse wächst. Die Schlacke muss gelbglühend, roh bleiben; eine weissglühende, gaare Schlacke, sowie glänzende Frischeisenvorsprünge auf der Stahlmasse deuten auf zu weit fortgesetzte Entkohlung.

Treten obige Kennzeichen der Stahlbildung ein und wird das Rühren zu sehr erschwert oder ist es gar nicht mehr möglich, so setzt man die Masse rasch einmal um (S. 535) und

schreitet dann zum Luppenmachen, indem man bei derselben Stellung des Tempers schnell eine Luppe nach der andern herausholt.

b) Behuf Darstellung von hartem Stahl rührt man bei voller Hitze so lange, bis die gebildeten Körner und Graupen in der rohen Schlacke Schweisshitze zeigen, schliesst dann den Temper fast ganz, so dass man im Ofen nichts sehen und nur fühlen kann, lässt die in der Schlacke niedergesunkene, schwammige und nach der Feuerbrücke gezogene Masse etwa 5 Minuten sich kühlen, damit man sie ballen kann, bildet dann rasch Luppen, beklopft dieselben ausserhalb des Ofens mit einem hölzernen Hammer und setzt sie unter anfangs losen Schlägen dem Zängehammer aus. Haben die letzten Luppen keine Schweisshitze mehr, so muss man den Temper etwas weiter öffnen, wodurch aber diese Luppen weicher ausfallen. Bei einer Gasfeuerung wird in letzterer Periode der Oberwind abgestellt.

Luppenbildung.

6) Die Luppenbildung findet in der eben angegebenen Weise statt, je nachdem man weichen oder harten Stahl darstellen will. Man sticht von der Stahlmasse Klumpen von etwa 40 Pfd. Gewicht ab, drückt dieselben unter der rohen Schlacke rasch zur Luppe und präparirt während deren Zängung eine neue; seltener macht man erst sämmtliche oder einen Theil der Luppen vor dem Zängen fertig (S. 628). Zuweilen wird vor der Luppenbildung noch etwas Braunstein zugesetzt, um eine recht flüssige Schlacke zu erzeugen.

Zängen der Luppen.

7) Zängen der Luppen. Beim Herausnehmen aus dem Ofen und während des Hämmerns entlässt die Luppe blaue Flämmchen von Kohlenoxydgas; dieselbe wird, ohne sie so weit abkühlen zu lassen, wie beim Frischen — weil sie noch nicht dicht ist — anfangs bei losen Hammerschlägen, später bei kräftigeren meist viereckig geschmiedet, dann aufgerichtet (gestaut). Zerfällt die Luppe beim Zängen oder wird sie stark rissig, so ist sie noch zu roh und muss nochmals in den Ofen zurückgebracht werden.

Ausheizen der Luppen.

8) Ausheizen der Luppen. Die gezängten Masseln werden entweder (bei Hütten ohne Walzwerk) in Schweissfeuern *(Hollow-fires)* ausgeheizt und unter Hämmern zu den erforderlichen Dimensionen ausgereckt oder auch gewalzt,

wo dann das vorherige Glühen meist in **Flammöfen** stattfindet. Zuweilen bringt man, zur Erzielung eines besseren Productes, die unter dem Hammer gezängten Luppen, wenn sie ohne Paquetirung gleich ausgewalzt werden sollen, 5 bis 15 Minuten bei halb geöffnetem Temper in den Puddelofen zurück und dann, öfters umgedreht und mit Schlacke umgeben, unter die Walzen. Bei diesem billigen Verfahren hat man wenig Abbrand und Kohlenverbrauch und bedarf keines Schweisssandes, welcher mehr Eisen auflöst. Da die letzten Luppen meist kohlenstoffärmer ausfallen, als die ersten, so empfiehlt sich vor weiterer Verwendung des gehärteten Stahls ein Sortiren der zerbrochenen Stäbe.

Das Ausheizen der Luppen in den **Schweissfeuern** (S. 634) geschieht gewöhnlich (z. B. im Siegen'schen) auf die Weise, dass man den Herd bis zur Höhe der Arbeitsplatte mit Puddelofencindern und etwas Steinkohlen füllt, zwei Luppen, jede in einer Wärmzange horizontal einhält und den Raum um die Luppen und über denselben bis ans Gewölbe mit einem Gemenge von Cindern und Steinkohlen ausfüllt. Der Wind geht dann unter den Luppen durch in die bis über die Form liegenden Kohlen und die Flamme tritt durch eine Oeffnung im Gewölbe in die Esse. Um die bei starker Schweisshitze durch aufgestreuten zerstossenen Lehm gegen Oxydation geschützten Masseln beobachten zu können, macht man oben in dem entstandenen Steinkohlengewölbe eine Oeffnung, wenn man meint, dass sie schweisswarm geworden. Dieses ist zuerst mit der der Form zunächst liegenden, öfters zu wendenden Massel der Fall. Während man dieselbe theilweise ausreckt, ist auch die andere, an die Stelle der ersten gerückte Massel so schweisswarm geworden, dass sie theilweise ausgeschmiedet werden kann. Dieses geschieht dann, nachdem beide wieder schweisswarm gemacht, vollständig, worauf die Stäbe noch kirschroth gehärtet, seltener langsam abgekühlt und dann zerschlagen werden, nachdem man vorher schwache Einhiebe gemacht. Kommen die Luppen nicht hinreichend schweisswarm unter den Hammer, so werden sie rissig un mnspsen nochmals ins Feuer zurückgebracht werden.

Wie bereits bemerkt, puddelt man wohl nach einer

Reihe von Stahlchargen einige Chargen auf Frischeisen, um entweder die beim Stahlpuddeln erforderliche Temperatur, welche bei der Schliessung des Tempers in der letzten Periode, zu Anfang der Woche bei einem noch nicht gehörig durchgewärmten Ofen oder am Ende der Woche bei zu weit ausgebranntem Ofen sich zu sehr erniedrigt hat, wieder hervorzubringen oder den Schlackenherd zu reguliren.

Beispiele.

§. 123. Beispiele für das Stahlpuddeln. Die Resultate des Stahlpuddelns hängen hauptsächlich von der Beschaffenheit des Roheisens und der Zuschläge, der Art und Weise der Arbeit, der mehr oder weniger vollständigen Schweissung, der Erzielung eines guten Stahls oder eines stahlartigen Eisens etc. ab.

Steinkohlenpuddeln.

1) Puddeln mit directer Steinkohlenfeuerung.

a) Lohe[1]) im Siegen'schen. Chargen von 350 Pfd. weissstrahligem Rohstahleisen werden im Flammofen (S. 633) mit Steinkohlen in 24 Stunden 12 gemacht, und zwar bei 9 % Abgang beim Puddeln und 11 % Abgang beim Schweissen in Schweissfeuern (S. 634); man erhält von 1 Charge 7—8 Luppen à etwa 40 Pfd. 4200 Pfd. Roheisen liefern in der angegebenen Zeit 3360 Pfd. Puddelstahl, und zwar 78 % erster Sorte, welche beim Zerschlagen bricht, und 22 % zweiter und dritter Sorte, welche bei eisenschüssiger Beschaffenheit dies weniger thut. Auf 1000 Pfd. Puddelstahl gehen 5 Ton. Steinkohlen, und zwar zum Puddeln 4,2 und zum Schweissen 0,8 Ton. à $7\frac{1}{9}$ Cbfss rh. oder 4 Ctr. Die Zuschlagsschlacken werden nach dem Einschmelzen des Roheisens hinzugefügt. Das Ausrecken des Stahls geschieht unter Hämmern. Eine Chargendauer beträgt, wie bemerkt, 2 St., und zwar $\frac{3}{4}$ das Einsetzen und Schmelzen, $\frac{1}{4}$ erstes Umrühren nach dem Schlackenzusatz, $\frac{3}{4}$ Umrühren, $\frac{1}{4}$ Vollendung der Luppen und Vorbereitung des Herdes.

b) Geisweide[2]) im Siegen'schen. Charge: 320 Pfd. Nebeneisen (halbirtes Holzkohlenroheisen mit geringerem Kohlenstoff- und Mangangehalt) und 80 Pfd. Spiegeleisen.

---

1) Preuss. Ztschr. II. B. 161.

2) Tunner, Leoben. Jahrb. 1855. IV, 293.

272 Ctr. Roheisen liefern in 13 12stündigen Schichten mit 279 Ctr. Ruhrkohlen in 68 Chargen: 185 Ctr. 20 Pfd. Stahl und 32 Ctr. 85 Pfd. abwechselnd damit gepuddeltes Eisen, so dass auf 100 Pfd. Erzeugung 113,4 Pfd. Roheisen und 131 Pfund Steinkohlen gehen.

Das Zängen der Luppen geschieht unter einem Dampfhammer, worauf dieselben nochmals im Puddelofen erhitzt und dann ausgewalzt werden.

c) Zu Haspe [1]) in Westphalen werden in 12 Stunden 8 Chargen à 350 Pfd. Holzkohlenroheisen, darunter $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}$ Spiegeleisen, bei 11—13 % Abbrand (7—8 % beim Puddeln und 4—5 % beim Schweissen) gemacht und es gehen auf 100 Pfd. Stahl etwa 130 Pfd. Steinkohlen.

Das Ausschweissen der Masseln geschieht in einem Flammofen mit Schlackensohle, in welcher man nach dem Weichwerden die Luppen umwendet, bevor sie unter Walzen kommen (S. 634). Dünne Stäbe, welche nach dem Walzen gleich Handelswaare sein sollen, werden in einem gewöhnlichen Schweissofen mit Sandherd schweisswarm gemacht.

d) Zu Königshütte am Harze gibt man Chargen von 2 Ctr. Gittelder Weisseisen (I. 770), welchem bei gaarem Ofengange wohl 20—30 Pfd. Königshütter graues Roheisen (S. 19, 35) zur Herstellung von Rohgang hinzugefügt werden.

Es dauert das Einsetzen 5, das Einschmelzen 35, das Rühren 20, das Luppenmachen 15 und das Zängen 5 Min., also braucht eine Charge 1 St. 20 Min.

Es erfolgen 4—5 Luppen von zusammen 180—190 Pfd. Gewicht; auf 100 Pfd. Puddelstahl gehen 132 Pfd. Steinkohlen bei einer Production von etwa 35 Ctr. in 24 St.

Die gezängten Luppen werden, mit Schweisssand bestreut, in Schweissfeuern (S. 634) ausgeheizt und unter einem Hammer zu Stäben ausgereckt, neuerdings auch gewalzt. Auf 100 Pfd. Erzeugung kommen dabei etwa 41$\frac{1}{2}$ Pfd. Steinkohlen und man producirt in 24 Stunden an 29 Ctr. ausgereckten Stahl. Nach BRAUNS enthielt der Königshütter Puddelstahl 1,380 chem. geb. C, Spr. Graphit, 0,006 Si, Spr. P und 0,012 Mn.

1) TUNNER, Leoben. Jahrb. 1855. IV, 293.

e) Zu Vierzon [1]) verpuddelt man in Oefen von den S. 632 von JANOYER angegebenen Dimensionen in 12 Stunden 4—5 Chargen à 180 Kil. Rohstahleisen, hat dabei 5 % Verlust und verbraucht in 12 Stunden pro 750—800 Kil. producirten Stahl 1120—1360 Kil. Steinkohlen. Beim Eisenpuddeln beträgt bei nahe demselben Brennstoffaufwand der Abbrand 8—8 ½ % und man macht in 12 St. gegen 7 Chargen.

f) Im Loire-Departement verwendet man nach LAN [2]) in Oefen von den S. 632 aufgeführten Dimensionen Posten von 200 Kil. Roheisen, und zwar 120 Kil. halbirtes und 80 Kil. sehr graues, zu denen man 25 — 30 Kil. Zuschläge (Hammerschlag und Abfälle vom Walzen) gibt. Weisses Roheisen erfordert nur 15—20 Kil. Zuschläge.

Es dauert

Reparatur der Sohle, Einsetzen . .	7	Minuten.
Einschmelzen	40—45	„
Rühren	25—30	„
Gaaren	20—25	„
Luppenbildung	6 — 8	„
Zeitverlust zwischen 2 Chargen . .	5	„
Zusammen	103—120	Minuten.

Metallverlust 4—5 %, Production in 12 Stunden 800 bis 900 Kil.; Steinkohlenverbrauch 130—150 % des Stahls, und zwar 130 bei Oefen mit Luft- und 150 bei solchen mit Wasserkühlung.

g) Zu Seraing werden Chargen von 180 Kil. grauem und halbirtem Roheisen in 2¼—2½ Stunden bei einem Aufwand von 1800 Kil. Steinkohlen und 15 % Abgang gepuddelt.

h) Zu Niederbronn am Niederrhein verarbeitet man 6 — 7 Chargen von 160 Kil. in 12 Stunden, und es gehen auf die Tonne gezängten und gewalzten, aber nicht geschweissten Stahl in Puddelöfen mit Luftkühlung 1140 bis 1145 Kil. Roheisen mit 12 — 13 % Abgang und 1250 Kil. Steinkohlen, bei solchen mit Wasserkühlung 1120—1125 Kil. Roheisen mit 11 % Abgang und 15—1600 Kil. Steinkohlen.

---

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 170, 289.
2) B. u. h. Ztg. 1860. S. 222, 289.



... Braunkohle.

b) Zu Eibiswald [2]) i
Puddelstahl 111,7 Pfd. Roh
bei einer Production von 3
pen werden in Herden mit
Schwanzhämmern ausgereck
111,4 Pfd. Masseln, 10 % .
kommen. Vergleichungsweis
110,9 Pfd. Roheisen und 150
duction in 24 Stunden; bein
eisen 110,4 Pfd. Masseln
Die Erzeugung beträgt in 2
Eisen 15 Ctr.

c) Zu Hirschwang
gleichende Versuche angest
Benutzung der Ueberhitze
führung von heissem Verbren
während der ersten Periode
beides, und ist dabei zu folg
brauchte zu 1 Ctr. Masseln
Roheisen, 0,080 Klafter Holz
rend der Gaarungsperiode au
Production in 24 Stunden; i
eisen, 0,079 Klafter Holz un
Centner Production.

von 3 Ctr. gepuddelt und man verbraucht auf 100 Pfund Stahl 116 Pfd. Roheisen und 16,5 Cbfss. Holz.

b) Zu Zorge[1]) nimmt man zu einer Charge 2 Ctr. Gittelder Weisseisen (I. 770) und 2 Ctr. Zorger graues gaares Holzkohleneisen (S. 35). In 24 Stunden werden 9 bis 11 abwechselnde Stahl- und Eisenchargen bei einem Abgange von 11,68 % und einem Brennmaterialaufwande von 13 Cbfss. Fichten- und 11 Cbfss. Buchenscheitholz mit 182,17 Pfd. Trockengewicht auf 100 Pfd. Luppeneisen gemacht. Bei versuchsweiser Anwendung von Torf fand ein Abgang von 17,2 % und ein Torfverbrauch von 370 Stück = 128 Pfd. Trockengewicht pro 100 Pfd. gezängte Luppen statt. Das Schweissen der Stahlluppen geschieht bei 11 bis 12 % Abgang in Schweissfeuern und man verbraucht auf 100 Pfd. Erzeugung etwa 0,87 Maass à 2 Cbfss. Steinkohlen.

c) Zu Kirchhunden[2]) im Siegen'schen puddelt man mit Steinkohlengas und hat dabei gegen die directe Feuerung bei schnellerer Regulirbarkeit der Ofentemperatur eine namhafte Ersparung an Brennmaterial, ein grösseres Ausbringen und schnellere Arbeit erzielt. In 12 Stunden macht man $8\frac{1}{2}$ Chargen à 400 Pfd. ($\frac{3}{4}$ weisses und $\frac{1}{4}$ melirtes Roheisen) = 3400 Pfd., ein noch bei keinem andern Stahlwerke erreichtes Resultat, spart 35—40 % an Steinkohlen und hat bei der genaueren Regulirbarkeit des Luftzutritts 5—10 % Abbrand weniger als früher, nämlich etwa 5—6 % des Einsatzes.

III. Darstellung von Bessemerstahl (das Bessemern).

§. 124. Allgemeines. Das Wesen dieses Prozesses, von TUNNER[3]) das Bessemern, auch sonst wohl pneumatischer Prozess genannt, besteht darin, in aus dem Hohofen abgelassenes oder in Flammöfen umgeschmolzenes flüssiges Roheisen in einem besonderen Apparat Gebläseluft in dünnen Strahlen einzuleiten und ohne Anwendung von besonderem

Wesen des Prozesses.

---

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 313.

2) Berggeist 1859. No. 85. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 235.

3) Bericht über die zweite Versammlung der Berg- und Hüttenmänner in Wien. 1862. S. 66. (Daselbst auch Geschichtliches.)

Brennmaterial den Kohlenstoff so weit zu oxydiren, dass flüssiger Stahl oder Stabeisen entsteht, wobei die erforderliche Temperatur durch den verbrennenden Kohlenstoff, namentlich aber durch sich oxydirendes Eisen unterhalten wird.

Geschichtliches.

Beruht gleich dieser Prozess auf keinen wesentlich neuen Grundsätzen, wie bereits S. 431 bemerkt, so gebührt doch BESSEMER das Verdienst, denselben durch Erfindung geeigneter Apparate und nach Ueberwindung vielfacher Schwierigkeiten zuerst in Sheffield in die Praxis eingeführt zu haben. Zuerst 1856 von BESSEMER [1]) bekannt gemacht, nahm man den Prozess anfangs mit Misstrauen auf, weil derselbe zu viel leisten sollte, und man glaubte mit ungenügenden Mitteln und auch minderen Roheisenqualitäten gute Resultate zu erreichen. SCHINZ [2]) beseitigte die Zweifel an der hinreichenden Temperaturentwicklung zum Frischen durch alleiniges Verbrennen des Kohlenstoffs. GILLON [3]) wies nach, dass die hohe Temperatur im Bessemerofen weniger durch verbrennenden Kohlenstoff, als durch Oxydation des Eisens entstehe und bei dem Bessemern ein grosser Eisenabbrand und keine vollständige Reinigung stattfinde. Aehnliche ungünstige Urtheile fällten PION [4]), GRUNER [5]), SAUDERSON [6]), TRURAN [7]) und MACADAM [8]), welche theilweise den Versuchen von BESSEMER in Sheffield oder anderswo beigewohnt, theils das dabei erhaltene Product zu prüfen Gelegenheit hatten. Während die ersten Versuche in England ein zweifelhaftes Resultat gaben, so missglückten die in andern Ländern, ausser Schweden, angestellten wegen unvollkommner Apparate etc. fast ganz. [9])

TUNNER [10]) trat jedoch von vorn herein für den neuen

1) B. u. h. Ztg. 1856. S. 359, 419; 1857. S. 132, 338.
2) B. u. h. Ztg. 1857. S. 17. — DINGL. Bd. 142. S. 207.
3) B. u. h. Ztg. 1857. S. 378; 1860. S. 36.
4) B. u. h. Ztg. 1857. S. 160.
5) B. u. h. Ztg. 1857. S. 161.
6) B u. h. Ztg. 1857. S. 169.
7) B. u. h. Ztg. 1857. S. 170.
8) B. u. h. Ztg. 1857. S. 266.
9) Berggeist 1860. S. 541.
10) Leoben. Jahrb. VI, 258. — B. u. h. Ztg. 1859. S. 249; 1862. S. 398.

Prozess in die Schranken, auch GRUNER[1]) änderte später seine Ansichten, und nachdem man erkannt, dass der Prozess vor Allem ein reines Roheisen zum Gelingen verlange, so kamen aus den verschiedensten Ländern, z. B. aus Schweden, Belgien[2]) und England[3]) [namentlich von Woolwich] alsbald Vertrauen erweckende Nachrichten, und zwar haben um die erste practische Durchführung des auch wissenschaftlich behandelten Prozesses mit dem günstigsten Erfolge die Hüttenbesitzer von Edsken[4]) in Schweden das grösste Verdienst. Man stellt hier auch ein sehr reines, namentlich zu feinen Drähten, dünnen Blechen etc. sehr brauchbares Stabeisen dar, allein diese Erzeugung findet mehr zufällig, als absichtlich statt, das Eisen ist häufig verbrannt (S. 431) und sauerstoffhaltig und erst nach vorheriger Desoxydation unter Kohlen brauchbar. Nach GURLT[5]) besitzt das Eisen nach Abscheidung des Kohlenstoffs vielleicht die Eigenschaft, ähnlich wie Silber und Kupfer Sauerstoff zu absorbiren, welcher Rothbruch veranlasst. Dagegen hat man es nahezu in der Gewalt, einen Stahl von gewissen Eigenschaften darzustellen.

Seit den in Edsken gelungenen Versuchen ist der Prozess hauptsächlich erst auf vielen Werken practisch durchgeführt. Man findet denselben an mehreren Orten in Schweden[6]), in England [zu Sheffield[7])] in BESSEMER's Hütte, auf BROWN's Atlaswerken und CAMMEL's Cyklopswerken, ferner auf den

---

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 473. — GRUNER ET LAN, état présent etc. 1862. p. 807.

2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 72. — Berggeist 1860. S. 548.

3) B. u. h. Ztg. 1859. S. 420; 1860. S. 39, 143. — DINGL. Bd. 141.

4) TUNNER in Oesterr. Ztg. 1859. No. 13, 26, 30; 1860. No. 1, 46. — Leoben. Jahrb. IX, 42; X, 201. — B. u. h. Ztg. 1859. S. 244; 1860. S. 10; 1861. S. 91, 294, 399, 479; 1862. S. 220, 398. — MÜLLER's Verbesserungsvorschläge: DINGL. Bd. 160. S. 291.

5) Berggeist 1860. S. 541.

6) Leoben. Jahrb. 1863. XII, 74, 80. — B. u. h. Ztg. 1859. S. 249. — Oesterr. Ztschr. 1864. S. 18. — Das Bessemern in Schweden in seiner jetzigen Praxis. Von L. E. BOMAN. Mit einem Vorwort [illegible] TUNNER. Nebst 1 lith. Tafel. Leipzig 1864.

[illegible] 1861. S. 475; 1862. S. 76; 1863. S. 73, 355. — [illegible]63. XII, 126.

Weardalewerken zu Tudhoe[1]) etc.], in **Frankreich**[2]) (Seurin-sur-l'Isle, Creuzot, Rive-de-Gier etc.), **Belgien** (Seraing) und in **Indien**.[3]) Mit **italienischen** Roheisensorten sind wohlgelungene Versuche[4]) in Sheffield ausgeführt. In **Deutschland**[5]) ist der Prozess erst an wenigen Orten im Betriebe [in Essen bei KRUPP, in Bochum, zu Hörde, zu Turrach[6]) in Steyermark etc.], wird aber noch an mehreren Orten vorbereitet und hat, wie in der gediegenen Abhandlung von WEDDING[7]) über „die Resultate des Bessemerprozesses für die Darstellung von Stahl und Aussichten desselben für die rheinische und westphälische Eisen-, resp. Stahlindustrie" in Deutschland eine grosse Zukunft, da es nicht an passenden Rohmaterialien fehlt.

Sehr gründlich ist die Geschichte des Bessemerprozesses von VICAIRE[8]) abgehandelt.

Bessemerfrischmethoden.

Die von BESSEMER in **England** angewandte Methode unterscheidet sich von der **schwedischen** hauptsächlich in folgenden Puncten:

1) Bei der schwedischen Methode lässt man das Roheisen gleich aus dem Hohofen seltener direct in den tiefer liegenden Frischapparat, als zuvor in eine Giesspfanne fliessen, welche mittelst eines Krahns gehoben und dann in den Frischofen entleert wird (weil im letzteren Falle ein Wägen der mit flüssigem Roheisen gefüllten Giesspfanne an dem Wägehaken einer Schnellwage, also einer Roheisencharge möglich ist), während man beim englischen Prozess das Roheisen in einem Flammofen vorher umschmilzt. Letzterer liegt entweder auf der Hüttensohle, wo dann das Roheisen aus demselben in eine Giesspfanne abgelassen, diese mittelst eines hydraulischen Krahns gehoben und in den Bessemerofen entleert wird (BESSEMER's

1) Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. 1863. S. 43.
2) Leoben. Jahrb. XII, 80. — ARMANGAUD's Publicat. industr. XIV. — Bullet. de la société de l'industrie minér. VIII. 3 livr. 1863. — DINGL. Bd. 165. S. 131. — Oesterr. Ztschr. 1864. S. 18.
3) Leoben. Jahrb. XII, 80. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 440.
4) B. u. h. Ztg. 1863. S. 286. — DE CIZANCOURT in Ann. d. min. 1863. livr. 5.
5) Oesterr. Ztschr. 1864. S. 18.
6) Oesterr. Ztschr. 1864. No. 2, 3.
7) Preuss. Ztschr. 1863. XI, 232.
8) Bulletin de la société de l'industrie minér. 1863. VIII, 532.

Stahlhütte in Sheffield), oder der Flammofen befindet sich oberhalb des Bessemerofens, so dass das Eisen aus ersterem letzterem durch eine Rinne zugeführt werden kann (BROWN's Atlaswerk in Sheffield). Zu Tudhoe (S. 648) sind die Flammöfen auf einem Gestell beweglich. In Schweden braucht das Uebertragen aus der Giesspfanne 2, bei BESSEMER in Sheffield 5 Minuten Zeit.

Das schwedische Verfahren des Eisenabstiches direct aus dem Hohofen, bei welchem man das Brennmaterial zum Umschmelzen spart, empfiehlt sich nur bei reinem gutartigen Roheisen, welches von nahe gleicher Qualität bleibt, z. B. aus Holzkohlen- und kleinen Koksöfen; dagegen muss man die englische Methode bei unreineren oder ungleichmässigen Eisensorten anwenden, um beim Umschmelzen im Flammofen — nicht im Kupoloofen, weil das Eisen vom Brennmaterial schädliche Bestandtheile aufnehmen kann — eine Reinigung, wie beim Feinen (S. 443) eintreten zu lassen. Behuf des Umschmelzens lässt sich, was ein Vortheil dieser Methode ist, das Roheisen zweckentsprechend sortiren und ihm eine solche Hitze geben, wie sie der Frischapparat verlangt.

2) Bei der schwedischen Methode unterbricht man den Frischprozess, sobald nach gewissen Kennzeichen die Stahlbildung eingetreten ist; bei der englischen dagegen stellt man aus dem Roheisen erst Stabeisen dar und verwandelt dieses durch Hinzufügung einer entsprechenden Menge von flüssigem Spiegeleisen in Stahl. Der erstere Prozess ist bei einem reinen, gleichartig bleibenden Material ökonomischer, als der letztere, dieser liefert aber bei unreinerem Roheisen einen bessern, reineren Stahl, auch ist das Reactionsende, wenn sich Eisen gebildet hat, genauer zu erkennen, als bei directer Stahlerzeugung. Es liefert das englische Verfahren dichtere Güsse, weil durch die zuletzt weiter getriebene Verbrennung von Eisen eine höhere Temperatur und dadurch eine flüssigere Masse erzeugt wird. Zum Einschmelzen des zu frischenden Roheisens und des Zusatz-Spiegeleisens wendet man besser zwei verschiedene Flammöfen (bei BROWN), als einen Ofen mit zwei getrennten Herden (bei BESSEMER) an oder gibt zur Erhaltung eines continuirlichen Betriebes

jedem Bessemerapparat 2 Flammöfen, wie zu Tudhoe. Hier hat man 8 Flamm- und 4 Bessemeröfen; während einer der letzteren gefüllt wird, entleert man den andern und nimmt in den beiden übrigen das Umschmelzen des Roheisens vor.

3) Der schwedische Frischapparat (Taf. VII. Fig. 216—218) besteht in einem feststehenden cylindrischen Schachtofen mit horizontalen Düsen am Boden; der englische (Taf. VII. Fig. 206, 207) aus einem um eine Axe beweglichen birnenförmigen Gefäss (Retorte, englisch *converter, converting vessel*, französisch *convertisseur*) mit vertikalen Formen am Boden, welches das Ausgiessen des fertigen Productes durch Umkippen, sowie das Absperren des Windes schneller und einfacher, als der schwedische Ofen zulässt, auch das Zurückhalten des fertigen Products nach vollendetem Frischen auf längere Zeit gestattet, ohne dass man Wind durchströmen lässt. Die Reparaturen in der Retorte sind schwieriger auszuführen, als bei feststehenden Schachtöfen, welche letzteren auch wegen weniger hohen Eisenbades mit geringerer Windpressung arbeiten.

Der englische Apparat kommt wegen des theureren Materials (Guss- und Schmiedeeisen), sowie wegen des erforderlichen Bewegungsmechanismus, mehrerer Krahnvorrichtungen, der erforderlichen Flammöfen und der theureren Gebläse — welche wegen der grösseren Chargen und stärkerer Windpressung an 130 Pferdekräfte erfordern, die schwedischen dagegen weniger — höher zu stehen, als der schwedische, wie aus der nachstehenden, für Rheinland und Westphalen gültigen Berechnung von Wedding (c. l.) hervorgeht:

	Schwed. Thlr.	Englisch. Thlr.	Schwed. Thlr.	Englisch. Thlr.
2 Frischöfen	650	—		
2 Frischretorten oder Birnen	—	1220		
4 gusseiserne Ständer, Röhrenleitung und Getriebe, hydraulische Kippvorrichtung mit Zahnstange und Zubehör, doppelt	—	3230		
1 Giesspfanne sammt Gegengewicht und hydraulischer Krahn	3907	3907		
Frisch- und Giessapparate:			4557	8357
1 Krahn zum Ausheben der Coquillen und Gussblöcke	400	400		
2 Krähne zum Eingiessen des Roheisens	800	—		
1 Accumulator sammt Zubehör . . .	—	1500		
Krähne und Accumulator:			1200	1900
1 Dampfmaschinengebläse von Leyser und Stiehler für resp. 60 und 130 Pferdekraft	8000	15400		
Kessel	2100	4550		
Armatur sammt Wind- u. Dampfleitung	650	750		
Speisepumpe für Kessel und Accumulator sammt Röhrenleitung	750	1875		
Gebläsemaschinen:			11500	22575
2 Paar Flammöfen à Paar 3000 Thlr. .	—	6000		
Gebäude sammt Fundamentirung . . .	2000	5500		
Baulichkeiten:			2000	11500
Kosten der ganzen Anlage:			19257	34332
Hierzu 7 % für unvorhergesehene Ausgaben . . .			1348	2403
Zusammen:			20605	36735

Die Bessemeranlage auf den Atlaswerken in Sheffield hat 42000 Thaler gekostet.

4) Die Selbstkosten für den Bessemerstahl richten sich wesentlich nach den Materialpreisen (Roheisen, Steinkohlen und Koks zum Umschmelzen des Roheisens, zur Kesselheizung und zum Abwärmen der Apparate, feuerfeste und den Arbeitslöhnen und würden nach Wedener Werke pro Woche folgende sein:

	Schwed. Methode. (42 Charg. à 1171 Pfd. roh. Stahl.)			Engl. Methode. (30 Charg. à 1500 Pfd. roh. Stahl.)		
	Thlr.	Sgr.	Pfg.	Thlr.	Sgr.	Pfg.
Anlage	61	24	1,7	110	6	1,8
Materialien	894	20	7,7	1065	21	5,9
Arbeitslöhne	66	—	—	73	15	—
Summa:	1022	14	9,4	1249	12	7,7
Dazu 10% Verwaltungskosten und unvorhergesehene Ausgaben	102	7	5,7	124	28	3,2
Zusammen:	1124	22	3,1	1374	10	10,9

Danach kommen beim schwedischen Prozess auf 49182 Pfund reinen Stahl 1124 Thlr. 22 Sgr. 3,1 Pfg. und bei dem englischen auf 45000 Pfd. rohen Stahl 1374 Thlr. 10 Sgr. 10,9 Pfg. oder auf 1 Ctr. resp. 2 Thlr. 8 Sgr. 7,3 Pfg. und 3 Thlr. 1 Sgr. 7,5 Pfg., welche Zahlen sich durchschnittlich für die rheinisch-westphälischen Werke stellen auf resp. 2 Thlr. 6 Sgr. 10,2 Pfg. und 2 Thlr. 26 Sgr. 1,5 Pfg.

Nach GRUNER [1]) kam bei Versuchen zu Woolwich 1 Zollcentner Stahl auf 2 Thlr. 5 Sgr.; nach BESSEMER bei directer Entnahme des Roheisens aus dem Hohofen auf nur 1 Thlr. 10 Sgr. (beide Angaben wohl zu niedrig, wegen Nichtberechnung der Zinsen des Anlagecapitals etc.) und nach CHENOT [2]) betragen die Selbstkosten auf den Atlaswerken zu Sheffield pro Zollcentner rohen Stahl 2 Thlr. 20 Sgr. 8 Pfg., für zu Schienen durch Hämmern und Walzen verarbeiteten Stahl 4 Thlr. 10 Sgr., für in Tiegeln umgeschmolzenen Bessemerstahl 5 Thlr. 10 Sgr. 10 Pfg., letzterer nach dem Hämmern und Walzen 7 Thlr. 10 Sgr. 10 Pfg.

Obgleich, wie sich aus den WEDDING'schen Berechnungen ergibt, die englische Methode theurer arbeitet, als die schwedische, so wird man letztere wegen sicherer Erfolge und da man seltener in der Lage ist, das Roheisen direct aus dem Hohofen abzulassen, doch in den meisten Fällen

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 477.
2) B. u. h. Ztg. 1863. S. 425.

vorziehen und muss sie bei unreinerem Roheisen sogar anwenden.

Nach FREMY [1]) ersetzen .2 Bessemeröfen zu 60 Ctr. Charge 6—7 Feineisenfeuer, 9 Puddelöfen, die 24 Stunden arbeiten, und 300 Tiegel für Stahlschmelzung; der Verbrauch an Brennmaterial ist kaum $^1/_{18}$ vom Gewichte der Erzeugung, während derselbe bei andern Methoden 6 — 7 Mal grösser ist.

Zu Turrach [2]) in Steyermark hat man das englische und schwedische Verfahren in der Weise combinirt, dass man das flüssige Roheisen gleich aus dem Hohofen in den beweglichen Birnenofen schaffte. Während bei dem Kärnthner Herdstahlfrischen 3 — 4 Mann wöchentlich 32 — 40 Ctr. Rohstahl erzeugen und 30—40 Cbfss. Holzkohlen auf 1 Ctr. davon gehen, so werden im Bessemerofen fast ohne alles Brennmaterial in 20 Minuten 25 Ctr. Roheisen behandelt.

Chemische Vorgänge beim Bessemern.

Es ist Erforderniss, dass die Gebläseluft mit hinreichender Pressung, welche sich nach der Höhe der Eisensäule im Apparat richtet und bei der schwedischen Methode 6—8 und mehr und bei der englischen 15—20 Pfd. pro Q.-Z. betragen muss, in hinreichender Menge (in Schweden auf 100 Pfd. Roheisen 396, in England 495 Cbfss.), sowie in möglichster Vertheilung in das flüssige Roheisen eingeleitet wird. Dabei wird nach SCHINZ [3]) durch Verbrennung des Kohlenstoffs, nach GILLON [4]) und GRUNER [5]) namentlich durch Verbrennung von Eisen eine gewisse hohe Temperatur erzeugt, welche aber durch Uebertragung an die Verbrennungsproducte und die Schlacke, sowie durch die verschiedene Ausstrahlung je nach dem Verhältniss von Roheisenmasse zur Gefässoberfläche etc. mehr oder weniger herabgestimmt wird. Der Temperaturüberschuss, welcher zur Flüssigerhaltung des Stahls und Stabeisens hinreichen muss, beträgt nach der, der SCHINZ'schen

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 359.
2) Oesterr. Ztschr. 1864. No. 2, 3.
3) B. u. h. Ztg. 1857. S. 17.
4) B. u. h. Ztg. 1857. S. 397; 1860. S. 64.
5) B. u. h. Ztg. 1861. S. 477.

vorzuziehenden Berechnung[1]) von GRUNER (c. l.) etwa 1233°, so dass, wenn das flüssige Roheisen 16—1700° C. zeigt, eine mehr als hinreichende Temperatur zur Flüssigerhaltung selbst des Stabeisens (Schmelzpunct bei 1800—2000° C.) entsteht. Die beregte grössere oder geringere Temperaturdifferenz hat einen wesentlichen Einfluss auf die zu wählende Chargengrösse, welche in Schweden mindestens 15, gewöhnlich 17 bis 22, neuerdings auch 30—40 Ctr., in England 20—60 und in Frankreich zu Seurin 20, zu Assailly 100—120 Ctr. beträgt. Auf die zu erreichende Maximalgrenze sind die Schwierigkeiten beim Bewegen grösserer Apparate und die schwierigere Leitung des Prozesses von wesentlichem Einfluss.

Heisse Gebläseluft verzögerte bei Versuchen in Schweden die Arbeit ohne die erforderliche Wärmeentwicklung, wahrscheinlich wegen des in der Zeiteinheit dem Roheisen zugeführten geringeren Sauerstoffquantums; es ist aber anzunehmen, dass heisse Gebläseluft, in hinreichender Menge zugelassen förderlich sein wird.

Den Verlauf des Prozesses[2]) beurtheilt man nach den Erscheinungen in Flamme, Rauch und Funken, welche aus dem Apparate austreten, und derselbe lässt sich danach in drei Perioden eintheilen, die aber nur mehr oder weniger deutlich hervortreten.

Erste Periode.

Die erste Periode, wohl Fein- oder schlackenbildende Periode genannt, ist characterisirt durch eine schwach leuchtende dunklere, röthlichbraune bis gelbliche Flamme, dünnen Rauch und ein Auswerfen von ziemlich viel rauschenden und strahlenden Funken von verbrennendem Eisen. Wie beim Feinen (S. 443) oxydirt sich zunächst das Eisen und wegen Verwandtschaft des Eisenoxyduls zur

1) WEDDING, in Preuss. Ztschr. XI, 236.

2) Ueber die chemischen Vorgänge beim Bessemern siehe die Abhandlungen besonders von TUNNER (Leoben. Jahrb. VI, 256; IX, 41; X, 201; XII, 126. Bericht über die zweite Versammlung der Berg- und Hüttenmänner in Wien. 1862. S. 65), GRUNER (c. l.), MÜLLER (DINGL. Bd. 160. S. 291), GURLT (Berggeist 1860. S. 564), LA SALLE (B. u. h. Ztg. 1862. S. 68), KRANS (B. u. h. Ztg. 1863. S. 355), WEDDING (c. l.), DE CIZANCOURT (Ann. d. min. 1863. livr. 5), WANGENHEIM (der Bessemerprozess. Weimar 1863) u. A.

Kieselsäure auch das Silicium. Gleichzeitig wird Mangan theils direct, theils durch Einwirkung des Eisenoxydes oxydirt und das Manganoxydul beschleunigt als starke Base die Entfernung des Siliciums. Die entstandene Schlacke nimmt noch Kieselsäure aus den Ofenwänden auf und wird dann immer basischer und reicher an Eisenoxyduloxyd. Der als Graphit vorhandene Kohlenstoff geht in chemisch gebundenen über, nur ein geringer Theil davon verbrennt erst zu Kohlenoxydgas, dann zu Kohlensäure, und die mit einem Luftüberschuss versehene verbrennende Kohlenoxydgasflamme färbt die dem Frischapparat entströmende Flamme gelb. Diese Periode dauert 4 — 6 Minuten. Namentlich in Folge der Eisenoxydation entsteht in dieser Periode eine grosse Hitze und diese bleibt im Verbrennungsproduct, dem oxydirten Eisen, während in der folgenden Periode Kohlenoxydgas gebildet wird, welches die Wärme mit fortnimmt. In der letzten Periode steigt die Temperatur wegen der Eisenverbrennung wieder.

Die Dauer der ersten Periode hängt im Wesentlichen von der Grösse der Roheisencharge und dem Graphit- und Siliciumgehalte des Roheisens ab, wie nachstehende, von Boman mitgetheilten Analysen von schwedischen Roheisensorten darthun:

Graphit	4,10	4,00	3,95	3,90
Chemisch gebundener Kohlenstoff	0,27	0,42	0,48	0,60
Silicium	1,74	1,34	0,94	0,95
Mangan	0,28	0,22	0,49	0,216
Calcium	—	—	—	0,244
Magnesium	—	—	—	Spr.
Aluminium	—	—	—	—
Eisen	—	—	—	93,66
Kupfer	—	—	—	0,005
Phosphor	—	—	—	0,018
Schwefel	—	—	—	0,02
...mer der Roheisenhärte	1,5	1,5	1,5	2,0
Charge . . . Ctr.	31	34	41	34
...kenbildung Min.	8,5	8,5	2,5	1,0

Zweite Periode.

Die zweite Periode (Koch-, Stahlbildungs-, Eruptionsperiode) ist dadurch characterisirt, dass das durch die aufsteigenden Luftströme mit der basischen Schlacke innig gemengte Metallbad aufsteigt und lebhaft schäumt, indem von ersterer der Kohlenstoff verbrannt und das dabei reducirte Eisen von der Gebläseluft immer wieder oxydirt wird. In Folge der viel beträchtlicheren Gasentwicklung (Kohlenoxydgas, Stickstoff der Luft), als in der ersten Periode, werden bei sehr starker, hellleuchtender Flamme unter schwachen Explosionen kleine Partien feurig-flüssiger Massen, hauptsächlich von Schlacken ausgeworfen, der eigentliche Funkenregen von verbrennendem Eisen lässt nach und die Flamme erscheint blau gefärbt, daher rührend, dass in Folge der starken Sauerstoffabsorption durch den Kohlenstoff weniger Eisen und das Kohlenoxydgas blau verbrennt.

Nach 6—8 Minuten des Aufkochens beginnt

Dritte Periode.

die dritte Periode (Frischperiode), in welcher der Rest des Kohlenstoffs durch die roher gewordene Schlacke und den Wind mehr oder weniger zu Kohlensäure verbrannt wird, je nachdem man gleich härteren oder weicheren Stahl (beim schwedischen Prozess) oder zuvor geschmeidiges Eisen (englischer Prozess) erzeugen will. Danach muss der Prozess früher oder später (nach 2 — 6 Minuten) unterbrochen werden. Bei längerer Fortsetzung desselben lässt, wie beim englischen Prozess (von den Erscheinungen beim schwedischen in §. 126 B. das Nähere), das Leuchten der Flamme immer mehr nach, sie wird durchsichtig und blauviolett gefärbt, andere Farben, namentlich grün und blau, sind ihr zeit- und streifenweise beigemengt, die Eruptionen lassen immer mehr nach und in Folge von Eisenverbrennung nimmt der Funkenregen wieder an Intensität zu. Es hat sich jetzt hämmerbares Schmiedeeisen und gleichzeitig eine solche hohe Temperatur erzeugt, — weil nicht mehr, wie in der zweiten Periode, die erzeugte Wärme durch die Gegenwirkung der Reduction und die Kohlenoxydgasbildung theilweise wieder verschwindet — dass das Schmiedeeisen eine Zeitlang flüssig bleibt. Dieses ist dünnflüssiger, wie Stahl, erstarrt aber leichter. Hört die Flamme ganz auf und erscheint nur noch ein von Innen erleuchteter durchsichtiger

Gasstrom bei völliger Ruhe im Innern des Apparates, so ist aller Kohlenstoff entfernt, der Sauerstoff der Luft wirkt oxydirend auf das Eisen und dieses geht in den Zustand des verbrannten grobkrystallinischen Eisens über Dieses sehr reine Product ist entweder in Folge seines krystallinischen Zustandes oder nach Fremy [1]) eines Stickstoffgehaltes oder einer Sauerstoffaufnahme [2]) (S. 647) rothbrüchig, wird aber nach vorherigem Ausglühen unter Kohlen hämmerbar und ist dann das reinste, weichste Eisen, welches auf metallurgischem Wege dargestellt werden kann. Durch Zusatz von Spiegeleisen lässt sich verbranntes Eisen in Stahl verwandeln. Da der Augenblick seiner Entstehung sehr deutlich zu erkennen ist — jedenfalls deutlicher, als die fertige Stahlbildung bei der schwedischen Methode, — so setzt man den Oxydationsprozess bis eben zur Bildung eines solchen Eisens fort und fügt dann so viel (etwa 10 %) möglichst reines, von Phosphor, Schwefel, Schlacke etc. freies, kohlenstoffreiches Spiegeleisen in flüssigem Zustande bei abgestelltem Winde hinzu, dass sich Stahl erzeugt. Bei dem Mengen beider Eisensorten entsteht wieder eine mehr orangegelbe, als violette Flamme, wahrscheinlich durch die Reaction des Sauerstoffs im verbrannten Eisen auf den Kohlenstoff des Spiegeleisens gebildet. Der Mangangehalt desselben wirkt in bekannter Weise (S. 14) reinigend auf Silicium und etwa vorhandenen Schwefel. Die letzte Periode dauert 5—6 Minuten und somit der ganze Prozess bei einem Einsatz von 20—60 Ctrn. in eine Retorte 15—20 Min.

Dieser rasche Verlauf hat seinen Grund in der gleichförmigen, innigen Berührung der Luft mit dem Eisen bei hoher Temperatur und der Abwesenheit von Brennmaterial, welches beim Herdfrischen die oxydirende Wirkung der Luft und der Schlacken vermindert. Beim Puddeln findet bei halbflüssigen Massen, geringerer Temperatur und dem Rühren des Puddlers keine so rasche und gleichförmige Oxydation, wie beim Bessemern, statt.

---

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 96, 425.

2) de Cizancourt: Ann. de min. 5 livr. 1863.

Man giesst das Gemisch meist gleich aus, zuweilen richtet man den Ofen nochmals auf und lässt eine ganz kurze Zeit den Wind an, um eine gleichmässige Mischung hervorzubringen.

Als schärfere Kennzeichen zur richtigen Erkennung der verschiedenen Stadien des Prozesses, als die oben angegebenen, ist von TUNNER das öftere Probenehmen mit einem Spiesse vorgeschlagen, auch hat man eine spectralanalytische Untersuchung [1]) der entweichenden Flamme vorgenommen, z. B. auf dem Werke von PETIN GAUDET zu St. Etienne.

Es ist meist mit ungünstigem Erfolge versucht, die angegebene Bessemermethode zu verbessern, so z. B. in Schweden [2]) durch Zusatz von Magneteisenstein- und Braunsteinpulver den Eisenabbrand zu vermindern, ferner durch Verbrennung kleiner Stahl- und Eisenabfälle eine besondere Schlackenbildung zu erzielen, wodurch aber das Gaaren zu sehr beschleunigt wird. Kein Reagens hat bislang die atmosphärische Luft ersetzen können. Ferner wendet FREMY [3]) je nach der Reinheit des Roheisens schwächere oder stärkere Stahl erzeugende Kräfte an, die aber noch Geheimniss des Fabrikanten sind, und er will so auch aus unreineren Roheisensorten Stahl erzeugen, was ein sehr wichtiger Fortschritt wäre.

Von dem Herdfrischen unterscheidet sich der Bessemerprozess dadurch, dass das Metall nicht mit dem Brennmaterial in Berührung kommt, und vom Puddeln, dass er keine besonderen oxydirenden Zuschläge erfordert und die innige Mengung von Schlacke und Eisen nicht der unvollkommnen Handarbeit bedarf.

Erfordernisse zum Gelingen d. Bessemerns.

Neben der erforderlichen Menge, Pressung und Vertheilung des Windes ist die wesentlichste Bedingung zum Gelingen des Bessemerns ein von Schwefel und Phosphor freies Roheisen, welche Stoffe beim Flammofenfrischen mehr oder weniger vollständig beseitigt werden

1) Oesterr. Ztschr. 1863. No. 9; 1864. S. 18. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 294; 1862. S. 80. — FRESENIUS, Ztschr. f. analyt. Chem. II, 353.
2) Leoben. Jahrb. IX, 68.
3) DINGL. Bd. 165. S. 181. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 96.

können, nicht aber, wie Analysen [1]) dargethan haben, bei dem weit schneller verlaufenden und in höherer Temperatur durchgeführten Bessemern, namentlich auch nicht, weil man die Schlacken, welche die Unreinigkeiten grossentheils aufgenommen haben, nicht ablassen kann. Gebildetes phosphorsaures Eisen- und Manganoxydul wird nämlich bei der hohen Temperatur durch das metallische Eisen reducirt und der Phosphor geht wieder ins Eisen; der Schwefel entfernt sich zum geringen Theil als schweflige Säure, welche vom metallischen Eisen gleich wieder zersetzt wird, grossentheils bildet er in der Schlacke ein Sulphosilicat, aus welchem das Eisen den Schwefel auch immer wieder aufnimmt. Beim englischen Prozess wird ein Schwefelgehalt vollständiger entfernt, als beim schwedischen, zudem noch durch Hinzufügen des Spiegeleisens auf eine grössere Masse vertheilt und vom Mangan ausgeschieden.

Während Bessemer 0,1 % Schwefel oder Phosphor im Roheisen schon zu hoch hält, so glaubt Tunner, dass das Steyer'sche Eisen mit 0,2 % Schwefel noch verwendbar sei, da Schwefel in geringen Mengen (S. 587) dem Stahl weniger schadet, als dem Stabeisen (S. 418), weshalb auch Koksroheisensorten, die meist Schwefel enthalten, doch ein brauchbares Product geben können, zumal vorhandenes Mangan bei einem Schwefelgehalt, nicht aber bei einem Phosphorgehalt verbessernd wirkt. Die neuerdings zu Turrach abgeführten Versuche mit dasigem Roheisen, welches unreiner als das auf andern Steyer'schen Werken erblasene ist, haben dies bestätigt; man erhielt einen vorzüglichen Stahl, dagegen kein gutes Stabeisen.

Nach Boman können 0,015 % Schwefel beim Bessemerfrischen noch weggeschafft werden, wenn dieses sonst ein der Methode in den übrigen Eigenschaften entsprechendes Roheisen gestattet.

Ein geringer Siliciumgehalt von 1 — 1½ % trägt nach Wedding in der ersten Periode des Bessemern zur Wärmeentwicklung bei, indem das Silicium verbrennt, während die aus den Wänden oder aus vorhandenen Schlacken entnommene Kieselsäure Wärme absorbirt und bei seiner [illegible]mässigen Vertheilung im flüssigen Eisen die Schlacken-

1) [illegible] 16. S. 421.

bildung befördert. Bei zu grossem Siliciumgehalt, wie er in den bei sehr hoher Temperatur erzeugten übergaaren grauen Eisensorten vorkommt, entsteht ein siliciumhaltiger, harter, rothbrüchiger Stahl und grösserer Abbrand.

Ein Aluminiumgehalt im Roheisen wirkt nach GRUNER und LAN [1]) schädlicher, als man glaubt, und es scheinen deshalb auch die an Thonerde armen Danemoraeisensteine ein so gutes Material für den Bessemerprozess zu liefern.

Ein Mangangehalt ist beim Bessemern ähnlich günstig, wie bei den andern Stahlerzeugungsmethoden (S. 588), vor Allem aber dadurch, dass er die erstere Periode verzögert. In dieser muss sich vor dem Verbrennen des Kohlenstoffs durch Oxydation von Silicium, Mangan und namentlich von Eisen eine so hohe Temperatur entwickeln, dass in der zweiten Periode, wo die Temperatur wegen Kohlenoxydgasbildung sinkt (S. 655), die Masse sich flüssig erhält.

In ähnlicher Weise, wie ein Mangangehalt, wirkt auch ein Graphitgehalt verzögernd in der ersten Periode, indem er sich erst grossentheils in chemisch gebundenen Kohlenstoff umwandeln muss, bevor seine Verbrennung stattfindet. Wird nun ein weisses, nur chemisch gebundenen Kohlenstoff enthaltendes Eisen (Spiegeleisen, blumige und luckige Flossen) gebessemert, so tritt, wie namentlich Versuche in Edsken gezeigt haben, sofort die zweite Periode, die Oxydation des Kohlenstoffs, mit ein, die entwickelte Hitze genügt nicht zum Flüssigerhalten der Masse und es entsteht ein mit Schlacke gemengter, dickflüssiger Stahl, welcher nach dem Eingiessen in die Formen mit Oxydhaut überzogene, angelaufene Blasen zeigt. Beim Hämmern wird solcher Stahl nicht dicht.

Das beste Material für den Bessemerprozess geben danach, wie die Erfahrung und die von WEDDING (c. l.) gegebene Zusammenstellung zeigt, phosphor- und schwefelfreie graue gaare manganhaltige Sorten, und zwar ist ein gleich reines Koksroheisen dem Holzkohlenroheisen vorzuziehen, weil der Graphitgehalt des ersteren schwerer, als der des letzteren in chemisch gebundenen Kohlenstoff übergeht und dadurch die erste Periode verlängert wird.

1) Etat présent de la métallurgie du fer en Angleterre. 1862. p. 832.

In Schweden verwendet man am besten ein aus gut gerösteten Eisensteinen bei übergaarem Ofengange und stark basischer Beschickung erblasenes Roheisen, welches beim Abstechen dick mit weisser Farbe und ohne Funkensprühen (S. 312) aus dem Ofen läuft und beim Eingiessen in handwarme, 1 Zoll dicke Coquillen höchstens einen schmalen Streifen von weissem Roheisen zeigt. Der Kohlenverbrauch stellt sich bei Darstellung dieses Bessemermaterials an 15 % höher, als bei Erzeugung von Weisseisen fürs gewöhnliche Frischen. Die beim Bessemern aus dem Ofen geworfenen Partien (Auswurf) mit etwa 90 % Roheisen werden der Eisensteinsbeschickung in geringen Mengen zugetheilt.

Das anfängliche Misslingen des Prozesses hat hauptsächlich seinen Grund darin gehabt, dass man entweder zu unreines Roheisen oder eine zu geringe Eisenmenge [Königshütte [1]) in Oberschlesien] oder zu wenig oder zu schwach gepressten Wind angewandt hat. Bei zu viel von letzterem muss dessen Ueberschuss unnützer Weise mit erhitzt werden.

Giessen des Bessemerstahls.

Der in Gusspfannen beim schwedischen Prozess abgestochene und beim englischen ausgegossene Stahl wird in der später näher anzugebenden Weise in gusseiserne Formen (Coquillen) gegossen und diese sofort nach dem Gusse mit einem eisernen Deckel und Sand geschlossen, worauf man die Güsse noch glühend von der Form befreit und sie entweder erkalten lässt oder dieselben, wenn sie ausgewalzt werden sollen, in einen passenden Wärmofen bringt. Sie lassen sich nicht direct auswalzen, weil sie nach dem Ausheben aus der Form im Innern einen zu grossen Hitzgrad und in Folge dessen zu geringe Festigkeit zum Ausrecken haben. Der Glühofen dient alsdann dazu, die Aussenseite der Gussstücke zum Walzen etc. hinlänglich warm zu halten, während sich das zu heisse Innere bis zu der erforderlichen Temperatur allmälig abkühlt.

Fehler der Güsse.

An den Gussblöcken können sich folgende Fehler zeigen:

a) **Längenrisse**, selten und nach BOMAN in Folge fehlerhafter unebener Coquillen entstehend, welche das gleichmässige Schwinden der Gussstücke beim Erkalten hemmen.

[1]) ...weite allgem. Versamml. deutscher Berg- und ... 1862. S. 70.

b) Querrisse nahe am oberen Ende, wenn nach dem Schliessen der Form flüssiges Metall über den Rand derselben gelaufen ist, so dass nach dem Erstarren das obere Gussende am Schwinden verhindert wird.

c) Bodenrisse, in Folge grossen Druckes der inneren noch flüssigen Masse auf die unteren zuerst erstarrenden Theile entstanden. Man vermeidet diese, wenn die Form sofort nach dem Giessen umgelegt wird, so dass das obere Ende nur etwas höher zu liegen kommt, als das untere.

d) Blasen. Namentlich weicher, überhitzter und in starkem Strahl in schmale Formen gegossener Stahl zeigt sich besonders am Rande blasig, aus Ursachen, welche noch nicht vollständig ergründet sind. Die darüber aufgestellten Ansichten sind in §. 139 beim Gussstahl, welcher dasselbe Verhalten zeigt, aufgeführt.

Haben die Blasen eine silberweisse Oberfläche, sind sie also oxydfrei, so wird der Stahlblock beim Schmieden bei einer gewissen Temperatur völlig dicht und beim Ausrecken unter Hämmern oder Walzen gleichförmig, ohne jedoch ein so feines Korn, wie Gussstahl zu erlangen. Bei bunt angelaufenen, mit einer Oxydhaut überzogenen Blasen, wie sie bei zu dickflüssigem Stahl entstehen (S. 660), erfolgt beim Schmieden ein unganzes Product mit Oberflächenfehlern (Roaks). Derartige Blasenräume sollen sich durch Anstreichen der Coquillen mit einem feuerfesten Material (Graphit, Anrauchen mit Theer), welches nicht oxydirend (wie im Innern gerostete Coquillen) einwirkt, vermeiden lassen.

Zur Erzeugung möglichst blasen- und schlackenfreier Güsse hat man in neuerer Zeit wesentliche Fortschritte gemacht; man sperrt den Wind sofort nach beendigtem Prozess ab, lässt überhitzten Stahl sich vor dem Giessen erst bis zu einem gewissen Grade abkühlen, entleert die Giesspfannen zur Zurückhaltung der Schlacke nicht von oben, sondern am Boden, füllt die Formen von unten [1]), wobei sich die Schlacken besser absondern und absorbirte Gase leichter entweichen können, schliesst die Formen gegen den Zutritt der Luft ab u. s. w.

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 440.

Trotzdem bleibt aber das Gefüge immer lose und es bedarf zur Dichtung der Güsse stets eines kräftigen Hämmerns. Durch dieses gewinnt das Material, wie alles andere Eisen, an Stärke und das anfangs grobe Korn (um so gröber, je weicher der Stahl) vermindert sich dabei.

Bei Anfertigung der Gussformen muss auf das Schwinden der Bessemerproducte Rücksicht genommen werden; es beträgt z. B. die lineare Schwindung bei Bessemereisen und weicherem Stahl 2,5 %.

e) Rothbruch, zeigt sich zuweilen bei schwefelhaltigem Stahl und kann nur durch gute Röstung der Erze, verbunden mit einem geeigneten Hohofenbetrieb vermieden werden.

f) Brüchigkeit oder sogenannte Kürze (nach Boman). Man nennt das Product kurz, wenn dasselbe beim Krümmen über die scharfe Kante eines Ambos bei einer Temperatur (Gelbhitze) plötzlich bricht, welche höher ist als jene, bei der sich in Folge eines Schwefelgehaltes rothbrüchiges Material am schwächsten bewies. Bei höherer und niedrigerer Temperatur lässt sich das kurze Product krümmen, wie gutes Eisen und fehlerfreier Stahl. Es kommt diese Eigenschaft besonders bei dem Bessemereisen (mit 0,4 % Kohlenstoff und darunter) vor, welches dann gewöhnlich als verbranntes (S. 657) bezeichnet wird, sei es in Folge einer Aufnahme von Sauerstoff oder Stickstoff oder einer physikalischen Veränderung, was noch näher aufzuklären ist. Durch Zusatz von 1 % geschmolzenem Spiegeleisen von der Charge zu solchem verbrannten Product in die Giesspfanne wird dasselbe verbessert.

Sortiren des Stahls.

Die Classification der Bessemerproducte in Betreff ihrer Härte geschieht gewöhnlich nach dem Bruchansehn des Blockes und eines ausgereckten Stückes, nach der Schweisshitze, in welcher man den Stahl, ohne dass er zerbröckelt, behandeln kann, und nach dem niedrigsten Wärmegrad, bei welchem sich der Stahl noch härten lässt.

Ein derartiges Verfahren erfordert aber eine sehr lange Uebung, weshalb die von Eggertz [1]) angegebene einfache

---

. 1868. S. 373. — Boman c. l. S. 39.

colorimetrische Probe zur schnellen Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes als ein wesentlicher Fortschritt für die Classification der Stahlsorten zu begrüssen und auch auf schwedischen Werken bereits eingeführt ist.

Durch Auflösen von 0,1 Gramm verschiedener Sorten Stahl von einem gewissen, durch die Analyse bestimmten Kohlenstoffgehalt in Salpetersäure und Verdünnen bis zu einem gewissen Volumen erhält man verschieden intensiv gefärbte braune Musterflüssigkeiten, welche in Probirröhren aufbewahrt werden. Man löst nun von dem zu untersuchenden Stahl 0,1 Gramm in reiner Salpetersäure von 1,2 specifischem Gewicht bei 80 ° C., verdünnt die Lösung in einer Messbürette von der Weite der Musterflüssigkeitsgläser, bis sie die Farbe einer Stahllösung von bekanntem Kohlenstoffgehalt zeigt. Aus dem gemessenen Volum der Probelösung lässt sich dann der Kohlenstoffgehalt berechnen. Es ist zu berücksichtigen, dass ein Stahl von mittlerem Kohlenstoffgehalte (0,8 %) eine gelbgrüne, sehr harter kohlenstoffreicher Stahl (mit 1,5 % Kohlenstoff) eine mehr braunrothe und der weichste Stahl (mit 0,4 % Kohlenstoff) eine grünliche Lösung gibt. Man wählt deshalb zur Bereitung der Musterflüssigkeiten solche drei auf einer Hütte erzeugte, vorher analysirte Stahlsorten aus.

Nach dem gefundenen Kohlenstoffgehalte gibt man den Stahlsorten verschiedene Nummern, welche, wie folgt, den beigesetzten Kohlenstoffgehalten entsprechen: No. 1 = 2 %, No. 1,5 = 1,75 %, No. 2 = 1,5 % etc., No. 4,5 = 0,25 %. Lässt das Product sich bei keinem Wärmegrade so weit härten, dass es ohne sich zu krümmen abgeschlagen werden kann, so rechnet man es zum Schmiedeeisen mit der beginnenden No. 4,5 = 0,25 % Kohlenstoff. Liegen Kohlenstoffgehalte zwischen den bezeichneten, so rechnet man die Stahlsorte zur nächsten Nummer.

Eigenschaften und Verwendbarkeit des Bessemermetalles.

Das beim Bessemern erhaltene Product ist bald zu hoch gepriesen, bald für zu niedrig in der Qualität gehalten. In Schweden ist zwar die Möglichkeit nachgewiesen, aus sehr reinem Roheisen einen Stahl für feine Schneidwerkzeuge herzustellen, indessen hat derselbe doch nicht das feine Korn des Gussstahls und erzeugt sich mehr zufällig. Dagegen liefern schwedische Werke Bessemerstahl für gröbere Werk-

zeuge [1]) (Beile, Steinbohrer etc.) und man erzeugt härtere und weichere Sorten; desgleichen haben die Turracher Versuche einen ausgezeichneten Werkzeugstahl gegeben.

Nach dem jüngsten Urtheil einer englischen Jury [2]) ist der englische Bessemerstahl kein richtiger Stahl, daher der Name Bessemermetall für denselben (S. 566), und wird den auf gewöhnliche Weise dargestellten Stahl, wo man Schweissbarkeit oder Härte mit Elasticität und Zähigkeit, hohe Politur oder scharf schneidende Kanten verlangt, nicht verdrängen. Als ein weiches, wenig härtbares und nur schwer schweissbares Kohlenstoffmetall wird derselbe, wenigstens aus englischem Roheisen erzeugt, ein Substitut für das Schmiedeeisen, für Puddelstahl und theilweise auch für Gussstahl da werden, wo man grosse Massen nöthig hat. Versucht man das Bessemermetall durch Zusatz einer grösseren Menge Spiegeleisen kohlenstoffreicher zu machen, so ist es schwer, Gleichförmigkeit in der Härte und Qualität zu erlangen; lässt man ihn hart, so nimmt die Zähigkeit ab; ein weicher und zäher Stahl zeigt keine Härte. BESSEMER [3]) stellt durch Zusatz von 1 Theil Roheisen zu 2 Theilen im Bessemerofen erfrischten Stabeisens ein ausserordentlich hartes und festes, noch schmiedbares, aber nicht schweissbares Product dar, welches von der Beschaffenheit des unschweissbaren Gussstahls sich nach TUNNER zu Quetschwalzen für quarzige Gesteine eignen müsste.

Das eigentliche Bessemermetall ist am geeignetsten zum directen Guss von Maschinentheilen (Kolbenstangen, Wellen, Krummzapfen etc.), welche dann aber noch dicht gehämmert werden müssen, ferner im gehämmerten und gewalzten Zustande, wovon die letzte Londoner Industrie-Ausstellung [4]) Zeugniss gab, zu Eisenbahnschienen, Kesselblechen etc., welche grosse Zähigkeit [5]) und Festigkeit [6]) zeigen. Als

---

1) Berggeist 1860. No. 70. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 390.
2) DINGL. Bd. 168. S. 317. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 372.
3) Leoben. Jahrb. 1863. XII, 80.
4) Ibid. S. 79.
5) B. u. h. Ztg. 1862. S. 440; 1863. S. 360.
6) [illegible]schr. XI, 254. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 360.

eigentlicher Gussstahl hat sich der Bessemerstahl für Gegenstände, welche grosse Sicherheit erfordern (z. B. Panzerplatten, Tyres, Axen) direct bislang nicht verwenden lassen; wird derselbe aber nach seinem Bruchansehn sortirt und mit passenden Zuschlägen in Tiegeln umgeschmolzen, so erlangt er die Eigenschaften eines so guten Gussstahls, als sich überall aus dem angewandten Rohmaterial darstellen lässt.

So wie TUNNER zuerst dem Bessemerstahl eine grosse Zukunft prophezeit hat, so ist nach Vorstehendem auch der von demselben früher ausgesprochene Satz [1]) bereits zur Wahrheit geworden, dass der Bessemerprozess den einfachsten, billigsten und zugleich hinreichend sicheren Weg zur Erzeugung eines Massen- und Werkzeuggussstahls, wenn auch nicht eines Instrumenten-Gussstahls bietet und ihm gegenüber die Darstellung von Glüh-, Chenot- und Uchatiusstahl sehr an Interesse verloren hat.

Als wesentlicher Fortschritt in Schweden ist, wie bemerkt, anzusehen, dass man bei der Ungleichartigkeit der Bessemerproducte und der Schwierigkeit, diese Ungleichartigkeit rasch und sicher zu erkennen, durch die einfache colorimetrische Probe von EGGERTZ (S. 663) deren Kohlenstoffgehalt ermittelt, welcher dann die Härtegrade ausdrückt und eine zweckentsprechende Sortirung zulässt.

Preis des Bessemerstahls.

Der Preis [2]) der Bessemerproducte (S. 652) steht im Allgemeinen unter demjenigen von Producten gleicher Qualität, welche er zu ersetzen bestimmt ist. Kommt auch sein absoluter Preis in manchem Falle höher, so stellt er sich niedriger, wenn die grössere Dauer der Bessemerproducte in Rücksicht gezogen wird.

Es kosten z. B. gewöhnliche Schienen von Stabeisen pro Centner 3 Thlr. 9 Sgr., Schienen mit Feinkornkopf 5 Thlr., Puddelstahlschienen 8 Thlr. 20 Sgr., Gussstahlschienen etwa 20 und Bessemerstahlschienen 6 Thlr. 5 Sgr. bis 7 Thlr. 10 Sgr.

BOMAN hat in seiner Schrift über das Bessemern (S. 647) auf S. 44 eine Formel zur Berechnung des Er-

---

1) Leoben. Jahrb. 1860 IX, 41.

2) Preuss. Ztschr. XI, 268. — Leoben. Jahrb. 1863. XII, 79.

zeugungspreises pro Centner Bessemerstahl für schwedische Verhältnisse entworfen; von WEDDING (S. 651) ist ein anderer Weg dieser Berechnung eingeschlagen.

§. 125. Englische Methode des Bessemerns.

A. Apparate. Dieselbe erfordert nachstehende Apparate und Vorrichtungen: **Apparate.**

1. Bessemerofen. Nachdem von BESSEMER verschiedene bewegliche [1]) und feststehende [2]) Frischöfen in Anwendung gebracht worden, ist derselbe bei einem beweglichen birnenförmigen Gefäss [3]) (S. 650) stehen geblieben, welches neuerdings in Frankreich [4]) (Seurin-sur-l'Isle) noch einige Verbesserungen namentlich hinsichtlich der Windabsperrung und der Bewegung der Birne erhalten hat, wodurch eine grössere Sicherheit der Manipulationen und der leichteren Stellung erreicht wird. **Bessemerofen.**

Der neuere Apparat zu Seurin hat nachfolgende Einrichtung (Taf. VII. Fig. 206—210). *A* Retorte aus Eisenblech, deren oberer Theil behuf Reparaturen im Innern bei *a b* abgeschroben werden kann. Die Innenwände *c* des Gefässes werden mit feuerfestem Sand [in Sheffield aus einem thonigen Quarzgestein, Ganister [5])] ausgekleidet und der Hals *d* mit feuerfesten Steinen ausgelegt. Aus letzterem gelangen während des Betriebes die ausgeworfenen Massen in einen nischenartig hergestellten Mantel, fallen zum Theil zu Boden und werden zum Theil in einen Schornstein geführt. *e* eiserner Ring um *A*, an welchem zwei auf Ständern *f* ruhende Zapfen *g* und *h*. Zum Kippen der Retorte ist der eine Lagerzapfen *h* durch eine starke Muffe *i* mit einer kleinen Welle *k* verkuppelt, auf welcher sich ein in eine horizontale Zahnstange *l* eingreifendes Zahnrad *m* befindet. Die Zahnstange sitzt mit ihrer Verlängerung an dem

1) B. u. h. Ztg. 1856. S. 419.
2) B. u. h. Ztg. 1857. S. 132, 338.
3) Leoben. Jahrb. 1863. XII, S. 127. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 72.
4) ARMENGAUD, Publication industr. XIV. livr. 7, 8. — Berggeist 1863. No. 93. — Preuss. Ztschr. XI, 257. — VICAIRE in Bulletin de la société de l'industr. minér. 1863. VIII. 3 u. 4 livr.
5) Leoben. Jahrb. 1863. XII, 24. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 166.

Kolben einer hydraulischen Maschine *n* und wird von rechts nach links oder umgekehrt bewegt, je nachdem man in den Cylinder der letzteren Wasser von der einen oder andern Seite pumpt.

Bei der älteren Einrichtung in Sheffield wird der Apparat von vier Mann an einer Kurbel mittelst Vorgelegen gedreht, welche eine 60fache Vergrösserung der Last geben. Während bei letzterer auch die Regulirung des Windzutritts durch Menschenhand geschieht, so dient dazu bei dem französischen Apparat ein Excentric, dessen Anwendung darauf basirt, dass der Wind bei aufrechtstehender Retorte voll zuströmt, dagegen um so mehr abgesperrt wird, je mehr man dieselbe neigt. Der Wind tritt aus der Windleitungsröhre in ein vertikales Rohr *o*, von da in den einen anschliessenden hohlen Zapfen *g* und gelangt aus diesem durch die Röhre *p'* in den Windkasten *B*. Zur Regulirung des Luftzutritts befindet sich in *o* ein Ventil *p*, welches durch das am äusseren Ende der Ventilstange befindliche Kugelgewicht *q* für gewöhnlich niedergehalten wird, so dass es die Windleitung verschliesst, aber durch einen bei *r* drehbaren Hebel *s* sich hebt, wenn ein um den Lagerzapfen gelegter excentrischer Ring *t* beim Drehen des Zapfens unter den Hebel *s* greift. Bei dem in der Figur gewählten Stand des Gefässes liegt der Mittelpunct des Umfanges des Excentrics *t* gerade über der Mittellinie des Zapfens *g* und das Ventil *p* ist am weitesten geöffnet; bei einer Drehung der Retorte zur Aufnahme von Eisen oder zum Ausgiessen des Stahls schliesst sich das Ventil *p* allmälig und der Wind wird ganz abgestellt, wenn die Retorte *A* eine Viertelumdrehung gemacht hat (Fig. 207, links).

Da mit der Grösse der Chargen die Schwierigkeiten der Bewegung der Retorte wachsen, so hat man für grosse Chargen neuerdings ein feststehendes cylindrisches Gefäss mit Abstichöffnung und Windkasten am Boden in Vorschlag gebracht [1]), sowie auch, den Apparat auf ein wiegenartiges Gerüst zu stellen. [2])

1) Mining and smelting magazine VI. No. 22. p. 231. — B. u. h. Ztg. 1864. S. 112.

2) Ibid. IX, 168. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 440.

Der Windkasten *B* (Fig. 208—210), welcher unter dem Boden der Retorte *A* angeschroben ist, enthält 7 cylindrische Abtheilungen *u*, welche durch seitliche Oeffnungen *v* mit einem gemeinschaftlichen Reservoir *w* communiciren, in welches durch die Röhre *p'* Gebläseluft eintritt. Den Abtheilungen *u* entsprechen die Oeffnungen im Boden der Retorte, in welche aus gebranntem Thon hergestellte Düsen *x*, jede mit 12 Zügen von 1 Centimeter Durchmesser, eingesteckt und durch Schrauben *y* gehalten werden. Nachdem jede Abtheilung *u* durch eine angeschrobene Platte *z* geschlossen, strömt der Wind durch die Züge der Düsen in feinen Strahlen in die Retorte.

Bei dem Apparat von Bessemer in Sheffield besteht der Windkasten aus einem gemeinschaftlichen Raum, aus welchem 7 Düsen à 5 Züge zu $^3/_8$ Z. Durchmesser in die 20—30 Ctr. fassende Retorte gehen, auf den Atlaswerken 7 Düsen à 7 Züge zu $^3/_8$ Z. Durchmesser bei bis 100 Ctr. Fassungsraum der Gefässe. Man lässt wohl den anschraubbaren Windkasten auf 3 Rädern ruhen, auf welchen man denselben von der Retorte entfernen kann, während ein Kasten ähnlicher Construction ihn ersetzt. [1])

Fairbairn's Ofen.

Da das Auswechseln der leicht zerstörbaren Formen mit Schwierigkeiten verbunden ist, so hat Fairbairn [2]) vorgeschlagen, den Wind durch eine stehende, aus feuerfesten Ziegeln zusammengesetzte und durch einen centralen Eisenstab getragene Röhre *a* (Taf. VII. Fig. 213, 214) in *A* einzuführen und durch Oeffnungen in dem Wulst *b* ausströmen zu lassen. Mittelst hydraulischen Drucks in *c* lässt sich das Rohr *a* sammt der Windleitungsröhre *d* in Stopfbüchsen *e* und *f* heben. *g* Bewegungsmechanismus. *h* Hals der Retorte *A*.

Wilson's Ofen.

Wilson [3]) will den Wind aus *b* durch die umgebogene Röhre *a* in das Gefäss *A* (Taf. VII. Fig. 215) einleiten, wobei aber keine hinreichend feine Vertheilung der Windstrahlen stattfinden kann.

1) Mining and smelting magazine. IV, 231.
2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 482.
3) Dingl. Bd. 168. S. 123, 436.

Die von TAYLOR und MANDSLEY [1]) vorgeschlagenen rotirenden Gefässe lassen keinen gleichmässigen Verlauf des Prozesses zu.

Gebläse.

2. Gebläse.[2]) Die Gebläseluft soll nicht nur den zur Verbrennung erforderlichen Sauerstoff liefern, sondern auch eine mechanische Arbeit, das Aufkochen der flüssigen Masse, bewirken, weshalb das Gebläse hinlängliche Kraft und eine zweckmässige Construction haben muss. Da zur Erzeugung des erforderlichen bedeutenden Windquantums ein sehr schneller Gang erforderlich ist, welchen Klappengebläse (I. 592) nicht machen können, so hat man zu Creuzot versuchsweise Schiebergebläse (I. 594) angewandt, welche sich aber durch starkes Lärmen und heftige Erschütterungen beim Wechsel der Zu- und Austrittsöffnungen missliebig gemacht haben. Es muss abgewartet werden, ob die von SCHMIDT [3]) angegebenen Mittel zur Herstellung eines ruhigen Ganges desselben sich als zweckmässig erweisen. Bei den im November 1863 zu Turrach[4]) ausgeführten Versuchen ist ein Schiebergebläse, welches eine Pressung von 10—18 Pfd. pro Quadratzoll gab, ganz brauchbar befunden. BESSEMER [1]) bedient sich eines liegenden Dampfgebläses mit Kautschuckliederung (in Schweden mit Lederventilen gebräuchlich) und ein solches ist mit wesentlichen Verbesserungen an der Construction des Kolbens von LEYSER und STIEHLER [5]) in Wien besonders für das Bessemern construirt. Diese Gebläse werden meist durch Dampfmaschinen und nur in Schweden auch durch Wasserräder bewegt.

Man braucht nach WEDDING beim schwedischen Prozesse pro 100 Pfd. Einsatzroheisen 395½ Cbfss., beim englischen hauptsächlich wegen grösseren Eisenabbrandes 495 Cubikfuss Luft von atmosphärischer Dichte, welche resp.

---

1) DINGL. Bd. 145, 148, 153.
2) Preuss. Ztschr. XI, 289.
3) Leoben. Jahrb. 1863. XII, 259.
4) Oesterr. Ztschr. 1864. S. 19.
5) Zeitschrift des Oesterr. Ingenieur-Vereins vom 28. Jan. 1863. — Preuss. Ztschr. XI, 259. — Polyt. Centralbl. 1863. S. 705. — Oesterr. Ztschr. 1864. S. 28.

mit einer Temperatur von 43 und 80° C. bei 2,1—2,6—5 und 15—20 Pfd. Pressung pro Quadratzoll einströmt. Die Pressung richtet sich einestheils nach dem Höhenstand des Eisens in dem Gefässe, muss jedoch erfahrungsmässig festgestellt werden. LEYSER und STIEHLER haben eine Tabelle[1]) aufgestellt, aus welcher sich ersehen lässt, wie viel Pferdekräfte zum Umtrieb der Gebläse bei gewissen Windmengen und Pressungen nöthig sind. Die sonstigen Angaben darüber variiren sehr. Bei zu geringer Windpressung treten Störungen im Betriebe ein und man kann weder die gewünschten Roheisenquantitäten behandeln, noch Stahl von bestimmter Härte erhalten.

Flammöfen.

3) Die Flammöfen (S. 648) zum Umschmelzen des Roheisens liegen weniger zweckmässig im Niveau der Hüttensohle, als oberhalb derselben, so dass man das geschmolzene Roheisen aus denselben direct in den Bessemerofen abstechen kann. In ersterem Falle bedarf man, um das Roheisen aus dem Flammofen in den Bessemerofen zu schaffen,

Giesspfannen.

4) einer Giesspfanne, welche mittelst eines Krahns gehoben und in den Hals der in nahe horizontale Lage gebrachten Retorte entleert wird. Zur Aufnahme des Stahls aus der Retorte und zum Transport desselben nach den Formen dient ebenfalls eine mit fettem Sand ausgekleidete Giesspfanne *C* von nachstehender Einrichtung (Taf. VII. Fig. 211, 212). *a* Gussloch am Boden, mittelst eines schmiedeeisernen konischen, thonüberzogenen Zapfens *b* verschliessbar. Die den Zapfen tragende, theilweise mit Thon überstrichene Eisenstange *c* ist winkelförmig gebogen und ihr vertikales Ende *d* (Schubstange) mittelst eines einarmigen Hebels *e* in zwei Falzen *f* auf und nieder zu bewegen. Der mit dem einen durchlochten Ende an einen am Giesskessel befestigten Stift gesteckte Hebel *e* nimmt mit einer länglichen Durchbrechung zwischen beiden Enden einen an der Schubstange *d* befestigten Stift auf und gestattet, wenn man ihn am freien Ende mit der Hand fasst, die Hebung und Senkung

1) Preuss. Ztschr. XI, 259.

des Zapfens. Die Giesspfannen bestehen aus starkem Kesselblech.

Hydraulischer Krahn.

5) Hydraulischer Krahn (Taf. VII. Fig. 207) zum Transport der Giesspfanne *C*, welche an dem einen Ende des Balanciers *D* sich befindet, während das andere mit einem Gegengewicht *E* versehen ist, welches man mittelst einer Kurbel vor und rückwärts schieben kann, je nachdem die Pfanne *C* leer oder voll ist. Bei dem Krahn in Sheffield sitzt das Gegengewicht fest. *G* Kolbensäule eines ARMSTRONG'schen hydraulischen Cylinders, mittelst welchen man den Balancier beliebig heben und senken kann. Die um ihre Axe drehbare Pfanne *C* wird vor dem Eingiessen des Stahls umgedreht und über einem Koksfeuer, durch Gichtgase etc. ausgetrocknet, dann wieder die offene Seite nach unten und mittelst des hydraulischen Krahns unter den umgekippten Bessemerofen gebracht (Fig. 207, links). Nach dem Füllen führt man die Pfanne, nachdem sich Schlacken und Gasblasen abgesondert, durch Drehen des Krahns der Reihe nach über 7 — 8 in einem Halbkreise aufgestellte gusseiserne

Giessformen.

6) Giessformen oder Coquillen, welche durch Lüften des Zapfens *b* mit Stahl gefüllt werden. Die Gussformen *F* (Taf. VII. Fig. 211), im Querschnitt quadratisch mit abgenommenen Kanten, haben 2 Zoll Fleischstärke, sind 3½ bis 4½ Fuss hoch und erweitern sich zur Begünstigung des freien Einfalles des Metallstromes, ohne die Wände zu berühren, von 8—17 Zoll oben auf 9—18 Zoll unten, wo sie auf einer Bodenplatte stehen. Vor dem Gebrauche werden die Formen über einer rauchenden Theerflamme geschwärzt und dann in einer etwa 4 Fuss tiefen Versenkung unter der Hüttensohle aufgestellt.

Drehkrahne.

7) Gewöhnliche Drehkrahne zum Heben der Giesspfanne vom Flammofen zum Retortenofen, zum Ausheben der Coquillen und Gussblöcke etc.

Hämmer.

8) Hämmer (Dampfhämmer) und Walzwerke zur weiteren Bearbeitung der Gussstahlblöcke. Es ist empfohlen worden, den Bessemerstahl direct zwischen Walzen zu giessen.[1]

---

1) DINGL. Bd. 149. S. 411.

Frischverfahren.

B. Verfahren beim Frischen. Nachdem der Ofen von Ansätzen der vorigen Charge befreit, die Düsen gereinigt, nöthigenfalls (nach jeden 2 — 3 Chargen) durch neue ersetzt und der Windkasten verschlossen worden, bringt man einige Cubikfuss glühende Koks in den Apparat, lässt den Wind etwas an und dreht die Retorte zur gleichmässigen Vertheilung der Hitze um ihre Zapfen hin und her. Bei einem neuen Ofen streut man zugleich eine Hand voll Kochsalz ein, welches die Auskleidungsmasse (Ganister) glasirt und ihre Ablösung verhindert, wonach das Gefäss bis 100 Chargen aushält, wenn nach jeder eine grössere Pause eintritt. Nach einigen Minuten dreht man den hellrothglühenden Ofen zum Ausstürzen der Koksasche mit seiner Oeffnung nach unten, bringt ihn in eine fast horizontale Lage und lässt in den Hals flüssiges Eisen entweder aus einer Giesspfanne — welche, wenn sich der Flammofen auf der Sohle befindet, wie in BESSEMER's Hütte [1]) in Sheffield, mittelst Drehkrahns mit Flaschenzug gehoben wird — oder direct aus dem Flammofen einfliessen, wie auf BROWN's [2]) Atlaswerken in Sheffield, wo 3 grössere Flammöfen für 60 Ctr. graues englisches Cumberlandroheisen und ein kleiner für 5 — 10 Ctr. Spiegeleisen 7 Fuss über der Hüttensohle liegen. Das umgeschmolzene Eisen leitet man in einer mit Sand ausgeschlagenen Gusseisenrinne, am Ende mit einem losen Rinnenstück versehen, in den Bessemerofen, was etwa 2—3 Minuten Zeit erfordert, während es bei Anwendung einer Giesspfanne 5 Min. Zeit bedarf. Die Charge beträgt auf BESSEMER's Hütte 20 — 30 Centner, auf den Atlaswerken von BROWN bei etwa 3 Met. Höhe und 1,6 Met. Weite der Retorte 60—80 Ctr., zu St. Seurin in Frankreich 20 Ctr. und zu Assailly [3]) in Frankreich 100 bis 120 Ctr. graues Roheisen.

Nach dem Chargiren kippt man den Apparat wieder auf, wobei gleichzeitig der Wind angelassen wird, damit das

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 475; 1863. S. 355.
2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 475; 1862. S. 76; 1863. S. 73. — Leoben. Jahrb. XII, 75, 126.
3) Berggeist 1863. S. 385. — ARMENGAUD's Publication industr. XIV. livr. 7 und 8.

flüssige Eisen nicht in die Düsenöffnungen eintritt. Wie bemerkt, regulirt sich bei der französischen Einrichtung des Apparates der Windzutritt von selbst (S. 668), während dies auf dem Bessemer Werke durch einen Arbeiter geschieht. Es treten jetzt die früher (S. 654) erwähnten 3 Stadien des Prozesses ein und man treibt die Entkohlung so weit, bis die Kennzeichen des Endes der dritten Periode an der Flamme hervortreten. Unter Senken des Ofens in die horizontale Stellung wird dann der Wind (mit 15 Pfd. Pressung pro Q.-Z.) abgestellt oder er sperrt sich von selbst ab, das flüssige Spiegeleisen (bei BESSEMER auf 20 Ctr. Charge 2—3, bei BROWN auf 60 Ctr. 6 Ctr.) hinzugelassen, der Ofen aufgekippt, der Wind noch einige Secunden wirken gelassen, um das kohlenstoffreiche Spiegeleisen mit dem entkohlten Eisen zu vermischen, oder auch der Ofen bei abgestelltem Winde kurze Zeit auf seinen Zapfen hin und her bewegt und dann der Inhalt der geneigten Retorte, etwa 10 Secunden nach Einlassen des Spiegeleisens und im Ganzen nach 12—20 Min., in die Giesspfanne auf dem hydraulischen Krahne ausgegossen (Taf. VII. Fig. 207), worin sich während eines kurzen Stillstandes Schlacken und Luftblasen absondern. Die Giesspfanne — in umgedrehter Stellung, die Oeffnung nach unten, auf einem kleinen Herd mit Gebläse bei Koksfeuerung zuvor erhitzt, damit der Stahl leichter, ohne das Zapfloch zu verstopfen, ausfliesst — führt man nun an dem hydraulischen Krahne über die einzelnen im Halbkreis stehenden Gussformen, füllt dieselben der Reihe nach durch Aufziehen und Niederstossen des Zapfens (Taf. VII. Fig. 211, 212) bis etwa 2—3 Z. unter dem Rand an, wirft in den noch bleibenden leeren Raum Sand, keilt auf demselben eine Eisenplatte fest und klopft mittelst eines Hammers leise an die Form, wodurch ein dichter Guss erzielt werden soll. Die beiden Gebläsecylinder von 16 Z. Durchmesser und 24 Z. Hub arbeiten mit Dampf von 40 Pfd. Pressung.

Nach dem Erstarren der Blöcke hebt man die Formen mit einem Krahne in die Höhe und schafft die noch glühenden 4—4½ Fuss hohen Blöcke behuf demnächstiger weiterer Behandlung unter dem Hammer, um sie dicht zu machen (S. 663), gleich in einen Glühofen. Man stülpt nach ihrer Entleerung die Gusspfanne um, reinigt sie von Ansätzen, nachdem dieselben mit Wasser gekühlt, und dreht auch die

Retorte um, um die darin enthaltene Schlacke in eine Vertiefung der Hüttensohle ausfliessen zu lassen. Eine Chargendauer beträgt 17—18 Minuten.

Man macht auf dem Atlaswerke täglich nur 3 Chargen, weil das Umschmelzen des Roheisens nicht schneller geht und die Retorte sich behuf ihrer Conservation gehörig abkühlen muss; auf manchen Werken hat man bei entsprechender Ofenzahl einen continuirlichen Betrieb (S. 650). Auf den Atlaswerken erfolgen von 60 Ctrn. Einsatz 40 bis 50 Ctr. rohe Gussblöcke, also 15—17 % Verlust, wovon etwa 5—7½ % auf das Umschmelzen im Flammofen kommen. Der Gussstahl wird daselbst hauptsächlich zu Eisenbahnschienen und Kesselblech verarbeitet. Zu ersterem Zwecke erhalten die Stahlblöcke zwei Glühhitzen, um flach und sodann in Gesenken vorgeschmiedet zu werden; dann erfolgt, ohne Schweisshitze, das Auswalzen zur fertigen Schiene in noch zwei Glühhitzen und 12 Kalibern, wobei 5—6 % Abbrand stattfinden. Behuf Darstellung von Kesselblechen giesst man den Stahl zu 2—3 Zoll dicken und 2—3 Fuss breiten Platten.

Die von CHENOT berechneten Selbstkosten der Atlaswerke für rohen Gussstahl und fertige Schienen sind bereits (S. 652) mitgetheilt.

Zu St. Seurin [1]) erleiden Chargen von 1000 Kil. nicht über 10 % Abgang und man erzeugt in 25 Minuten daraus Gussstahl, wovon 100 Kil. zu 150 Frs. verkäuflich sind.

§. 126. Schwedische Methode des Bessemerns.

Apparate.

A. Apparate. Die erforderlichen Apparate ergeben sich aus der S. 551 bei der Vergleichung der englischen und schwedischen Methode mitgetheilten Kostenberechnung und bestehen in einer Brücken- oder Schnellwage, einer Ramme, in gewöhnlichen Krähnen zum Eingiessen des Roheisens und zum Ausheben der Coquillen und Gussblöcke, einem hydraulischen Krahn sammt Giesspfanne und einem Gebläse, sämmtlich von vorhin angegebener Einrichtung, und in einem feststehenden Ofen, welcher bei

1) DINGL. Bd. 165. S. 131.

directer Verwendung des flüssigen Roheisens aus dem Hohofen sich zweckmässiger, billiger und dauerhafter anlegen lässt, als die englische Retorte.

Bei neuen Anlagen [1]) legt man die Sohle des Hohofens etwa 12 Fuss schwed. über die des Bessemerofens und diese wieder 6 Fuss über diejenige für die Gussformen; bei alten Werken müssen Gruben für die Giesspfanne vor dem Hohofen und für die Formen vor dem Bessemerofen hergestellt werden. Zweckmässig ist in der Hütte ein **Walzwerk** mit zugehörigen, am billigsten durch Gichtgase geheizten **Glühöfen**, in welchen die Güsse eine für das Ausrecken passende Temperatur annehmen. Ausserdem können die Gichtgase des Hohofens zum Vorwärmen des Bessemerofens und der Giesspfanne, der Dampfkessel für Gebläse und Walzwerk etc. angewandt werden.

Frischofen.

1. **Frischofen.** Nach den Berichten des Hüttendirectors GRILL [2]) ist man zu **Edsken** in Schweden meist bei nachstehender Ofenconstruction (Taf. VII. Fig. 216—218) stehen geblieben: *a* Eiseneinguss, mit einem Ziegelstein *b* verschliessbar. *c* Hals oder Kehle zum Gasabzug etc. *d* Oesen zum Abnehmen des Ofendaches, gegen einen Ring *e* befestigt, welcher als Fuss des Gewölbes dient. *f* gusseiserner Anker mit 3 Armen zum Abheben des Daches. *g* Windleitung mit 2 Abtheilungen, von denen die eine *h* den Wind den excentrisch gerichteten Formen *i* zuführt, während die andere Abtheilung *k* früher dazu diente, eine zweite obere Formreihe mit Wind zu versorgen. *l* und *m* Ventile. *n* Schraubenhülse, durch welche die Gebläseröhre *o* gehoben und gesenkt werden kann. Letztere ist bei *p* durch einen geschliffenen Rand beweglich. *q* Handhabe mit excentrischer Bewegung, um *o* fest gegen die Kittheile bei *r* zu pressen. *s* verschliessbare Oeffnung zum Reinigen der Formen. *t* Bodenplatte von Gusseisen, auf dem Postament angeschroben. *u* Abstichöffnung, mit einem eisernen Stöpsel und davor einem Thonpfropfen verschliessbar. *v* Abflussrinne. Die 12 Thon-

1) BOMAN c. l. S. 2.
2) B. u. h. Ztg. 1861. S. 91, 294. — Leoben. Jahrb. IX, 41; X, 201; XII, 80, 127. — Oesterr. Ztg. 1860. No. 46.

formen von 3/4 Zoll Durchmesser und 2 Zoll über dem Boden haben eine tangentiale, nicht vertikale Richtung, weil bei letzterer das Metall in eine rotirende Bewegung gerathen würde, welche auf die Gleichmässigkeit des Prozesses störend einwirkt. Von der erforderlichen Windmenge und Pressung war bereits S. 670 die Rede.

Die neueste Verbesserung dieses Ofens von STEFANSON auf Siljansforshütte besteht nach BOMAN darin, dass man den Windkasten *h* tiefer und dicht ans Mauerwerk gelegt hat, so dass der Wind aus ersterem direct durch 19 Stück 3/4 zöllige Düsen in den Ofen strömt. Durch diese Einrichtung werden nicht nur die Düsen weit zugänglicher, indem sie mit durch Keile verschlossenen Oeffnungen im äusseren Ringe communiciren, sondern die Formen brennen auch weniger aus und das Lecken der Stahlmasse wird dadurch erschwert, dass der Druck des Stahls vom äusseren Winddruck an jeder dem Lecken ausgesetzten Stelle aufgehoben wird. Der Ofen hat 4 Fuss Weite und 38—50 Zoll Höhe, der Windkasten 7 1/2 Zoll Höhe und 6 Zoll Weite, die Eingussöffnung von 3 Z. Q. liegt 2 Fuss über der Sohle des 4 Z. Q. weiten Stichs. Der Ofenhals hat $6 \times 9 = 54$ Q.-Z. Weite. Die englischen Ziegel erwiesen sich feuerfester und billiger, als die Höganäsziegel. Die Höhe des Ofens variirt nach der Beschaffenheit des Roheisens.

Gebläse.

2. Gebläse. Man wendet nach BOMAN zweckmässig zur Behandlung eines Roheisenquantums von 36 — 40 Ctr. bei 19 Stück 3/4 zölligen Düsen schnellgehende, doppelt wirkende, liegende Cylindergebläse (S. 670) am besten mit Lederklappen an, welche bei 2,5 F. Durchmesser und 3 F. Kolbenzug pro Minute 120 Doppelzüge bei einem Manometerstande von 130—140 schwed. Decimallinien oder 146,5—157,77 Wiener Linien Quecksilber (5,4—5,78 Pfd. pro Q.-Z. Wiener Maass) machen. Der anzuwendende Kraftaufwand entspricht etwa 107 und unter Berücksichtigung der Friction an 150 Pferdekräften. Wegen weniger hohen Eisenbades arbeiten die schwedischen Oefen mit geringerer Pressung, als die englischen.

Die Regulatoren dürfen nicht zu klein sein und müssen einen mehr als 10 Mal so grossen Rauminhalt haben, als der Kolben in der Secunde durchläuft.

Giesspfannen.

3. Giesspfannen. Dieselben stellt man, da gusseiserne leicht springen, aus von innen mit Thon verschmiertem Eisenblech her und gibt ihnen bei weichem Stahl für dieselbe Menge grössere Dimensionen, als bei hartem, weil ersterer stärker aufwallt. Man umgibt dieselben zur Verzögerung der Abkühlung des Productes mit einem Eisenmantel und füllt den Zwischenraum mit schlechten Wärmeleitern aus.

Die Pfannen zum Ausgiessen des Roheisens in den Bessemerofen besitzen am Boden an der einen Seite ein konisches, mit einem durchbohrten Mauerstein geschlossenes Loch, welches mit losem Sand ausgefüllt und von aussen noch durch eine lehmbeschlagene Klappe mittelst eines Keils zugemacht wird. Ist der mit Roheisen gefüllte Kessel über die Eingussöffnung des Bessemerofens gehoben, so nimmt man den Keil fort, zieht die Klappe weg und öffnet das mit Sand gefüllte Loch mittelst eines Hakens, worauf der Kesselinhalt ausfliesst. Eine solche Pfanne ist etwa 3 Fuss weit und $2^1/_4$ Fuss hoch.

Die Stahlgiesspfannen haben in der Mitte ihres Bodens eine ebenfalls mit einem durchbohrten Steine geschlossene Oeffnung, welche mittelst eines kugelförmigen Steines, der an einem thonbeschlagenen Eisenhebel gehoben und gesenkt werden kann, zu schliessen und zu öffnen ist. Eine derartige grössere Pfanne hat etwa 3 F. unteren und $3^1/_4$ F. oberen Durchmesser bei $3^1/_4$ F. Höhe; lichte Weite des umhüllenden Mantels 2 Zoll.

Coquillen.

4. Gussformen. Diese bestehen aus Roheisen, welches nicht schwefelhaltig sein darf, und sind zweitheilig, was den englischen ganzen Formen gegenüber den Uebelstand hat, dass man die Gussnäthe abschroten muss.

An der Aussenseite der Formen, wo sich die beiden Theile berühren, werden die etwas erweiterten Vertikalfugen mit Lehm ausgekleidet. Die Formen hält man mit viereckigen Bändern, starken Schliessen aus Gusseisen und eisernen Keilen zusammen. Die kleineren 6 Zoll langen und breiten Formen haben $1^1/_2$ Zoll Wandstärke mit Verstärkungsrippen oder 2 Zoll ohne dieselben, die grösseren Formen von $1^1/_2$ Fuss lichter Länge und $^1/_2$ Fuss Breite mindestens 3 Zoll Fleischstärke. Kerne für die Formen

werden wegen des starken Schwindens (S. 663) des Productes nicht aus Gusseisen, sondern aus gebranntem Lehm hergestellt.

B. Verfahren beim Frischen. Nach GRILL, BOMAN u. A. kommen dabei nachstehende Arbeiten vor:

Chargiren.

Man sticht das Roheisen (30—40 Ctr.) in die gut getrocknete Roheisengusspfanne ab, wiegt es an der vorher mit der Pfanne tarirten Schnellwage, hebt die Pfanne über den Trichter *a* (Taf. VII. Fig. 217) des Frischofens und leert ihren Inhalt auf früher angegebene Weise (S. 678) aus, nachdem zuvor so viel Wind (von 60 — 70 Decimallinien Pressung) angelassen worden, dass die zum Anwärmen des Ofens dienenden Kohlen ausgeblasen sind und sein Druck der eintretenden Eisenmasse hinreichend widersteht. Der Ofen muss so weit abgewärmt sein, dass sich der Hut von aussen handwarm anfühlt. Während des Eingiessens vermehrt man die Windmenge schon so weit, dass das Aufkochen innerhalb einiger Minuten eintritt. Damit das Ausleeren nicht zu langsam geschieht und in Folge dessen bei härterem Roheisen schon während desselben ein Aufkochen stattfindet und viel Eisen durch den Wind herausgeschleudert wird, erhält das Gussloch der Pfanne zweckmässig 2 Zoll Weite, das des Trichters bei quadratischem Querschnitt 3 Zoll Seitenlänge.

Nach dem Chargiren wird die Oeffnung im Eingusstrichter mit Lehmpfropfen verschlossen und auf den Trichter eine durch Gewichte beschwerte Gusseisenplatte gelegt.

Schlackenbildungsperiode.

Es beginnt jetzt die Schlackenbildung (S. 654) durch Oxydation von Silicium, Mangan und Eisen und die Umwandlung des Graphits in chemisch gebundenen Kohlenstoff. Dabei zeigt sich eine kurze, schmutzig gelbe, wenig funkenwerfende Flamme unter Zischen im Innern des Ofens und öfterem Schlagen der Eisenmasse; bei stark übergaarem dickflüssigen Eisen nasen die Formen theilweise zu und der Manometerstand steigt, wo man dann die Windpressung vermehrt.

Aufkochperiode.

Beim Beginn des Aufkochens — welches je nach der Beschaffenheit des Roheisens, der Grösse der Eisencharge und der Menge der von der vorigen Charge im Ofen zurückgebliebenen eisenhaltigen Schlacke sofort nach dem Ein-

giessen des Roheisens oder bis höchstens nach 17 Minuten eintreten kann, — und bei grauem Roheisen gehen die Düsen stets auf und der Manometerstand sinkt. Der Eintritt dieser Periode, während welcher sich ein Theil des Kohlenstoffs unter Bildung von Kohlenoxydgas lebhaft oxydirt (S. 656), wird dadurch angezeigt, dass wollige Funken aus dem Ofenhals sprühen, der Flamme sich violette Streifen beimischen und im Innern ein um so lauteres Getöse sich hören lässt, je lebhafter und wärmer der Ofengang; dabei wird die Flamme lang, blau mit blendend weissem Saum und stösst einen um so stärkeren braunen Rauch aus, je stärker das Aufkochen oder je härter das Roheisen. Bei einem vortheilhaften Aufkochen zeigen sich starke und brausende, aber wenig wollige Funken.

Mittelst eines Ventils in der Windleitungsröhre sucht man die Windströmung so zu reguliren, dass bei einem lebhaften Kochen ohne braunen Rauch möglichst wenig Eisen (Auswurf) aus dem Ofenhals herausgeschleudert wird. Bei zu wenig Wind wird die Flamme flatternd, matt und funkenfrei und das Kochen lässt nach. Ausser durch die Windstellung lässt sich dem Auswerfen von Roheisen dadurch entgegen wirken, dass man den Ofen erhöht, was aber durch die hinreichende Flüssigkeit und Wärme des Frischproductes begrenzt wird, und dem Ofenhals bei gleichzeitiger Erhöhung die S. 677 bezeichnete Weite gibt.

Graues Roheisen kocht ruhig und gleichmässig und gestattet eine stärkere Windzuführung, härteres dagegen kocht stossweise, entlässt viel braunen Rauch und viel Auswurf, der sich durch Verminderung der Windpressung weniger leicht beseitigen lässt, und bei der zum Kochen erforderlichen längeren Zeit wächst der Verlust.

Vermindert sich nun der Auswurf, so verstärkt man nach und nach den Wind, bis das Kochen aufhört, der Rauch nachlässt und die wolligen Funken verschwinden und man an dem Aussehen der Eisentheilchen und dem Geräusch im Ofen auf ein warmes und gut flüssiges Product schliessen kann. Man wendet etwa so viel Wind an, dass das Aufkochen bei 30 Ctr. grauem Roheisen höchstens 6 Minuten dauert. Dann aber ist dasselbe noch nicht in Stahl

verwandelt und hält noch 2,5 — 3 % Kohlenstoff, dessen Ueberschuss in der letzten, der Frischperiode, entfernt wird, indem man noch kürzere oder längere Zeit (1 bis 2 Min.), je nachdem harter oder weicher Stahl erfolgen soll, mehr oder weniger Wind gibt. Diese Periode ist characterisirt durch eine reine, leuchtende Flamme, aus welcher die anfangs röthlichen und beim Anschlagen an die Hüttenwand schwarz, dann aber immer heller werdenden Eisentheilchen zuletzt wie ein stetiger starker Lichtschweif ausströmen. Bei fortschreitendem Frischen werden die Eisentheilchen immer heller, hören bei heissem Ofengang zuweilen ganz auf, die Flamme wird immer kürzer und an Stelle des Getöses im Ofen tritt ein Zischen.

Frischperiode.

Es erfordert nun sehr viel Uebung, aus einer Summe von Daten (Grösse der Flamme, Dauer des Kochens unter Beobachtung der Manometerhöhe, Farbe oder Helligkeit der ausgeworfenen Eisentheilchen bei ihrem Anschlagen an die Wand etc.) ein Product von bestimmtem Härtegrad zu erzielen; die Leiter des Prozesses sind aber im Stande, mehrere Wochen hindurch ein Product zu liefern, dessen Kohlenstoffgehalt nicht um $^1/_4$ % variirt. Einen wesentlichen Einfluss auf den Ofengang, ob derselbe warm oder kalt ist, üben Qualität und Grösse der Roheisencharge, der Zustand und die Dimensionen des Ofens, sowie die angewandte Windmenge aus.

Ein warmer Ofengang, bedingt durch ein gaares graues Roheisen bei durch Erfahrung festzustellender Chargengrösse, eine hinreichende Anzahl Düsen und einen niedrigen, solide construirten Ofen, ist angezeigt durch ein starkes Getöse während des Aufkochens und Frischens, geringen Auswurf, starkes Wallen des Productes in der Gusspfanne beim Abstechen und Giessen in den Formen und eine flüssige lichtbraungelbe Schlacke. Ein kalter Ofengang wird durch das Gegentheil characterisirt.

Abstechen des Stahls.

Schon nach beendigtem Aufkochen zieht man den gusseisernen Stöpsel, mit welchem, sowie mit einem davor liegenden Mauerstein das Stichloch verschlossen ist, heraus, stösst dann ersteren ein, sobald nach den oben angegebenen Kennzeichen der erwünschte Härtegrad des Productes erreicht ist,



Hut und bei unter Anwen
abgekühltem Ofen, die Fo
ten Ofentheile zu und wä
Kohlen ab.

Giessen des Stahls.

Die Gussstahlpfanne
handwarm gemachten Co
Hebung der die Bodenöf
(S. 678) die Form bis a
schmalen Formen, sehr
Gussstrahl die Masse nach
geöffnet und geschlossen, b
sinkt. Auf letztere wird
und der Raum darüber m
Blöcke werden, damit sie
uneben ausfallen, mit aufst

Fängt man beim Giess
gehaltenen Schaufel auf, so b
in Folge rascher Krystallisat
ebene Oberfläche; weicher
dem Erstarren höckerig, ze
Farbe und sprüht eine Men

Ausweis.

Man bringt aus dem R
zwar 70% reine Güsse und
ersteren schon 80% erhalte

Der schwedische Stahl[1]) ist von besserer Qualität, als der englische aus englischem Roheisen, was gleich auf dem Bruche erkannt werden kann, und gestattet eine vielseitigere Anwendung (S. 664), zumal eine genaue Classification desselben nach der EGGERTZ'schen Probe (S. 663) möglich ist.

IV. Darstellung von Stahl durch Zusammenschmelzen von Roheisen mit sauerstoffhaltigen Körpern.

Mängel diese Methoden.

§. 127. Allgemeines. Die hierher gehörigen Methoden, auf die Darstellung eines Massengussstahls berechnet, werden meist, namentlich seit der Erfindung des Bessemerstahls, immer mehr verlassen wegen der Unsicherheit in der Zusammensetzung des Productes und der Kostspieligkeit der von der gebildeten Schlacke rasch zerstörten Tiegel.

Es gehören hierher hauptsächlich nachstehende Methoden:

UCHATIUS' Stahl.

1. UCHATIUS' Stahlbereitungsmethode[2]) (S. 564). Weisses strahliges Roheisen wird in Quantitäten von etwa 35 Kil. in mit Koks erhitzten Graphittiegeln geschmolzen und über einem Besen granulirt. ROSTAING zerkleinert flüssiges Roheisen mittelst der Centrifugalkraft (I. 158). Die Granalien von der Grösse eines feinen Bleischrotes beschickt man mit einer gewissen Menge Eisenstein und Braunstein und fügt, wenn der Stahl weicher werden soll, mehr oder weniger Stabeisen hinzu. Man nimmt z. B. für harten Stahl 1000 Roheisen, 250 Spatheisenstein und 15 Braunstein, für weichen 1000 Roheisen, 250 Spatheisenstein, 15 Braunstein und 200 Stabeisen, schmilzt die Beschickungen in Graphittiegeln von 0,4 Meter Höhe und 0,16 Meter Weite bei etwa 14—15 Kilogr. Capacität mit Koks während $1\frac{3}{4}$ bis $2\frac{1}{2}$ Stunden im Windofen, giesst dann nach Wegnahme der Schlacken den Stahl in einen Einguss und reckt die Zaine, nachdem sie wiederholt geglüht, unter Hämmern aus.

Dieser Stahl wird hauptsächlich als Werkzeugstahl verwandt und kosten 1000 Kil. auf englischen Hütten 447, auf französischen 608 Frs.[3])

---

1) B. u. h. Ztg. 1861. S. 147, 399; 1863. S. 86. Leoben. Jahrb. XII, [illegible]
2) B. u. h. Ztg. 1856. S. 410. Berggeist 1858 No. 10.
3) B. u. h. Ztg. 1858. S. 209.

Weniger, als bei dieser Methode, werden die Tiegel angegriffen, wenn man granulirtes Eisen mit durch Glühen von solchem Roheisen im Flammofen gebildetem Eisenoxyd zusammenschmilzt (S. 564).

Bei Versuchen auf dem Hannover'schen Stahlwerke zur Sollingerhütte bei Uslar erhielt man zwar ein stahlartiges Product, aber von minderer Beschaffenheit, als der sonst dargestellte Gussstahl. Der Stahl enthielt Schwefel und Silicium und man verbrauchte mehr Koks und Schmelztiegel. Letztere gaben wegen des Zusatzes von Eisenoxyd etwa nur $^3/_4$ des gewöhnlichen Gusses an Gussstahl bei eben so langer Schmelzdauer, in Folge dessen sich der Koksverbrauch wie 4 : 3 stellte. Die hitzige Schlacke greift die Tiegel so stark an, dass sie nur einmal gebraucht werden können.

Obuchow's Stahl.

2) Obuchow's Methode (S. 564). Reines weisses Holzkohlenroheisen wird in einem Kupoloofen umgeschmolzen und in flüssigem Zustande in bis zur Weissgluth erwärmte grosse Tiegel aus feuerfestem Thon abgelassen, welche bereits Eisen- und Stahlabschnitzel, Magneteisenstein, Titaneisenstein und Thon, oder auch nur Magneteisenstein und arsenige Säure enthalten. Nachdem Alles in Fluss gekommen, rührt man die Masse um, gibt nöthigenfalls noch Zuschläge, wie Arsenik, Salpeter etc., hebt die Tiegel aus und entleert sie in gusseiserne stehende Formen.

Die noch glühenden Zaine werden unter Hämmern oder Walzen weiter verarbeitet. Obuchow bereitet auf diese Weise an 22 verschiedene Stahlsorten von den weichsten bis zu dem härtesten Instrumentenstahl, verwendet sie hauptsächlich zu Kanonen, Flinten, Kürassen etc. und die Kosten sollen sich weit billiger stellen, als die des Krupp'schen Gussstahls, wie eine Anzahl damit vorgenommener Versuche gezeigt haben sollen. Die Proportion der Beschickung und die Dauer der Arbeit sind von wesentlichem Einfluss auf das Product. Weitere Erfahrungen über diesen Stahl sind abzuwarten.

Chodnew fand den Obuchow'schen Kanonenstahl wie folgt zusammengesetzt:

	a	b
Eisen	98,76	98,75
Kohlenstoff	1,02	1,25
Graphit	0,15	
Silicium	0,04	Spur

Drittes Kapitel.

Darstellung von Stahl durch Zusammenschmelzen von Roheisen mit Stabeisen.

§. 128. Allgemeines. Die hierher gehörigen Methoden geben zwar bei der mehr gleichartigen Beschaffenheit der Rohmaterialien einen homogeneren Massen- und Werkzeuggussstahl, als die vorigen, dieser kommt aber wegen Erforderlichkeit von Schmelztiegeln verhältnissmässig theuer, ohne die Qualität des guten, aus Roh- oder Cementstahl dargestellten Gussstahls zu besitzen. Der Bessemerstahl hat auch diese Stahlsorten zum Theil verdrängt.

Werth der Methoden.

Es gehören hierher:

1) Obersteiner's Verfahren (S. 565). Man schmilzt z. B. 7 Thle. bestes kohlenstoffreiches Spiegeleisen mit 17 Thln. Stabeisen in einem Tiegel zusammen und giesst den Stahl in Formen. Nach dieser Methode wird zur Zeit noch Stahl zu Gefle in Schweden (S. 565) dargestellt. Zu Hirschwang bei Reichenau besteht eine Tiegelfüllung für Stahl No. 6 (Maschinenstahl) aus $29\frac{1}{2}$ Pfd. Streckeisenabfällen, $5\frac{1}{2}$ Pfd. strahligen Flossen und $\frac{1}{8}$ Lth. Braunstein.

Obersteiner's Stahl.

Karsten [1]) redet, da zu seiner Zeit der Bessemerprozess noch nicht existirte, dieser Art der Stahlbereitung sehr das Wort, weil man im Stande sei, bei constanter Zusammensetzung des Spiegel- und Stabeisens durch Berechnung des Kohlenstoffgehaltes bestimmte Stahlsorten zu erhalten. Von

---

1) Karst., Arch. 2 R. XXV, 218. — Dingl. Bd. 127. S. 187.

STENGEL in dieser Hinsicht angestellte Versuche fielen günstig aus; zu weichem Stahl verwandte man 25 Pfd. schwedisches Stabeisen mit 0,25 % Kohlenstoff und 2 Pfd. Spiegeleisen mit 5,6 % Kohlenstoff, zu hartem resp. 24 — 25 und 8 Pfund.

Homogenes Patenteisen.

2) Homogenes Patenteisen (S. 565) wird zuweilen durch Zusammenschmelzen von Stabeisen und Spiegeleisen erhalten; auch stellt BESSEMER (S. 665) ein dem unschweissbaren Gussstahl ähnliches Product bei seinem Prozesse dar, indem mehr, als zur Erzeugung von Bessemermetall nöthig, Spiegeleisen zu dem im Bessemerofen entkohlten Eisen hinzugefügt wird.

III. Abschnitt.

Darstellung des Stahls aus Stabeisen.

Stahlsorten.

§. 129. Allgemeines. Sowohl beim Glühen des Eisens mit Kohlenstoff in einer gewissen Temperatur (Darstellung von Brenn- oder Cementstahl), als auch in der Schmelzhitze (Darstellung von Wootz, ächtem und unächtem Damaststahl, homogenem Patenteisen etc.) verbinden sich beide und geben vielfach angewandte gute Stahlsorten. Der erstere Weg wird am häufigsten betreten.

Erstes Kapitel.

Darstellung von Cementstahl durch Glühen von Stabeisen in Kohle.

Werth des Cementstahls.

§. 130. Allgemeines. Wie bereits (S. 567) bemerkt, liefert der Cementstahl [1]) hauptsächlich Instrumenten- und

1) Ueber Cementstahlfabrikation: LE PLAY in DINGL. Bd. 91. S. 443. — B. u. h. Ztg. 1844. S. 273; 1847. S. 1. — TUNNER im Leoben. Jahrb. 1853. III, 293; 1854. IV; 1857. VI, 88.

Werkzeugstahl; auch war von seinem Verhältniss zum Rohstahl (S. 600) und Puddelstahl (S. 622) schon früher die Rede. Bei seiner Darstellung spielen die Rohmaterialien, namentlich Stabeisen und Brennmaterial, die Hauptrolle.

Lage der Cementstahlhütten. Während im Allgemeinen die Schmelzstahlhütten (S. 602) in die Nähe der Erzlagerstätten gelegt werden, so wird die Cementstahlfabrikation häufig nicht da, wo man das dazu taugliche Stabeisen erzeugt, ausgeführt, sondern dieses nach Orten bezogen, an welchen ein gutes und billiges Brennmaterial zu Gebote steht. So wird der in England in bedeutenden Massen bei Anwendung von Steinkohlen dargestellte Cementstahl zumeist aus schwedischem Stabeisen fabricirt, während auch aus Schweden selbst von bei Holzfeuerung dargestelltem Cementstahl jährlich 40—50000 Ctr. ins Ausland gehen. Der Hauptsitz der Cementstahlfabrikation Englands ist die Grafschaft Yorkshire, insbesondere Sheffield und Umgegend, wo 4/5 der ganzen englischen Production beschafft werden. Zu Rive de Giers im Loiredepartement liefert das Werk von Jackson jährlich 110 — 120000 Ctr. Cementstahl aus fremdem Stabeisen. Dem schwedischen Stabeisen stehen in der Qualität gleich die Producte einiger Hütten am Ural und in den Pyrenäen, und auch aus dem Siegen'schen Eisen wird in Westphalen und aus dem Steyer'schen in Steyermark Cementstahl bereitet.

Geschichtliches.[1] Die Cementstahlbereitung ist so alt, dass sich ihr Ursprung nicht nachweisen lässt. Seit mehr als 100 Jahren wird sie in England, seit einem halben Jahrhundert in Schweden und seit 20—30 Jahren in Frankreich und Deutschland (Westphalen) ausgeführt. Schon vor 50 Jahren zu Neumarktl in Krain durch einen Engländer versucht, fand diese Stahlbereitungsmethode wenig Beifall und wurde erst im Jahre 1852 in Oesterreich von Tunner[2] zu Eibiswald, später zu Leoben, bei Steg in Krain u. a. mit Erfolg eingeführt. Die chemischen Vorgänge bei der Cementstahlbildung erkannten erst 1786 Monge und Berthollet, während schon 1722 Réaumur in seiner Schrift:

---

1) Bgwfd. VII, 341.

2) Leoben. Jahrb. 1852. III, 293; 1857. VI, 88.

„L'art de convertir le fer forgé en acier" wichtige Winke für die Cementstahlbereitung gab, welche in neuerer Zeit keine wesentlichen Fortschritte gemacht hat.

Chemische Vorgänge.

Von den über die Cementstahlbildung ausgesprochenen Ansichten (I. 86) ist diejenige die wahrscheinlichste, nach welcher die Kohlung der in Kohlenpulver bei Luftabschluss geglühten Eisenstangen weniger durch directe Aufnahme von Kohlenstoff oder durch Kohlenoxydgas, als durch gas- und dampfförmige Cyanverbindungen hervorgebracht wird (S. 582). Dafür spricht, dass besonders die kalireicheren harten Kohlen die besten Cementirpulver geben und sich ihre Wirksamkeit mit der Zeit wegen Verschwindens der Alkalien erschöpft.

Damit sich Stahl bilden kann, muss die Glühhitze den Schmelzpunct des Kupfers (1170° C.) erreichen, wenngleich die Kohlung schon bei 1000° C. beginnt. Gibt man höhere Temperaturen, so entsteht statt Stahls Roheisen, z. B. bei 1400° C. Zur Erzeugung von weichem Stahl bedarfs minderer Temperaturen, als zu hartem, und verschiedener Zeitdauer. Wird ein und dasselbe Stück Cementeisen von grösserem Querschnitt wiederholt zwischen Kohle geglüht, so dringt nach RINMANN und TUNNER die Cementation nur bis zu der Dicke vor, welche dem stärksten Brande von allen angewandten allein entspricht, woraus sich schliessen lässt, dass bei unterbrochenem chemischen Prozesse durch zufälliges Sinken der Temperatur die Cementation wieder von Aussen beginnen muss.

Beschaffenheit des rohen Cementstahl.

Durch Aufnahme von Kohlenstoff beim Cementiren geht die feinkörnige oder fadige Textur des Stabeisens in eine schuppige, grossblättrigkörnige über, Festigkeit und specifisches Gewicht[1]) vermindern sich, die weisse Farbe wird grau und eine rauhe Oberfläche zeigt bei abgerundeten Kanten je nach dem Grade der Cementation mehr oder weniger Blattern, Buckeln, Blasen (daher Blasenstahl), entstanden durch den aus dem Cyan entbundenen Stickstoff (S. 582) oder eine Kohlenoxydgasbildung bei Einwirkung der in dem Cementirpulver eingeschlossenen Luft oder der im Eisen eingeschlossenen Schlacke

1) HAUSMANN, Molekularbewegungen. 1856. S. 65.

auf den Kohlenstoff der erweichten Stabeisenoberfläche, weniger durch Entstehung von Schwefelkohlenstoff. Diese Blasen dürfen, was sonst auf ein fehlerhaftes Eisen deutet, nicht zu gross (kleiner als 1 Centim.) sein und müssen sich gleichmässig über die ganze Oberfläche vertheilt finden. Die Blasen sind innen blank und setzen deshalb einer guten Schweissung kein Hinderniss entgegen; durch Schmieden kann der Cementstahl dichter werden, als das Eisen, woraus er entstanden, und es verschwinden dabei auch die auf dem Querbruche zu bemerkenden Risse, welche gewöhnlich den grossen Flächen der Stangen parallel gehen. Die Aufnahme des Kohlenstoffs geschieht nicht gleichmässig; äusserlich ist der Stahl reicher daran, als nach der Mitte zu, weshalb, um ihn möglichst gleichförmig zu erhalten, die Eisenstäbe nicht zu dick genommen werden oder eine Raffination des Stahls durch Gärben oder Umschmelzen folgen muss. Ueber 18 Lin. tief pflegt die Kohlung in einem Eisenstabe nicht zu gehen. Da in den Cementirkästen eine ganz gleichmässige Temperatur nicht zu erreichen ist, so entstehen weichere und härtere Sorten Stahl, welche dann behuf verschiedener Verwendung (Schmieden, Gärben oder Schmelzen) nach dem Bruchansehn sortirt werden, was, wie S. 600 bemerkt, leichter geschehen kann, als beim Rohstahl.

Mechanische Bearbeitung des Cementstahls.

Ein grosser Theil des Cementstahls wird unraffinirt (S. 600) unter Hämmern oder Walzen ausgereckt (schwedischer und steyerscher Cementstahl), nachdem man denselben zuvor in gewöhnlichen offenen Schmiedefeuern oder Hollow-fires (S. 639) oder im Flammenglühofen einer Safrangelbglühhitze ausgesetzt, z. B. für Federn, Feilen und andere ordinäre Stahlwaaren. Wo bessere Qualität verlangt wird, muss der Stahl durch Gärben oder Umschmelzen raffinirt werden.

§. 131. Materialien zur Cementstahlbereitung. Es gehören dahin:

Stabeisen.

1) Stabeisen. Zur Erlangung der besten Stahlqualität, welche bei grosser Härte und Politurfähigkeit sich leicht schweissen lässt, sehr elastisch ist und beim wiederholten Behandeln in der Hitze seine Stahlnatur lange behält, bedarfs auch der besten Eisenqualität. Das Stabeisen muss möglichst frei von allen fremden Beimengungen, von mög-

lichster Dichte und Gleichförmigkeit, entweder gleich hart oder gleich weich sein. Bei Mangel an Continuität zeigen sich die Blasen auf der Oberfläche der cementirten Stäbe grösser und kleiner und ungleichmässig vertheilt, ferner unregelmässige Spalten und Sprünge, welche scheinbar bei weiterer Verarbeitung (Schmieden, Gärben) anfangs verschwinden, aber bei der letzten feinen Verarbeitung, z. B. beim Poliren, als graue oder schwarze Flecke wieder zum Vorschein kommen.

Im Rufe eines vorzüglichen Materials für die Cementstahlfabrikation steht das meist nach der Lancashire- (S. 477), seltener nach der Wallonschmiede (S. 476) dargestellte schwedische Eisen [1]), welches auch in England [2]) zur Cementstahlbereitung hauptsächlich verwandt wird; ferner russisches [3]) und steyersches [4]) Eisen.

Man zieht das von Fehlstellen freiere Hammereisen im Allgemeinen dem Walzeisen vor, welches letztere aber wegen der gleichmässigeren Bearbeitung meist ein gleichmässigeres Korn hat. Neuerdings erst hat sich schwedisches Walzeisen [5]) Eingang verschafft; wegen geringerer Dichtigkeit cementirt es sich leichter, als Hammereisen. Es wird aber immer noch der Cementstahl aus geschmiedetem Eisen höher bezahlt, als solcher aus gewalztem. Auch gibt man zur Herstellung der besten Stahlsorten dem Herdfrischeisen Vorzüge vor dem Puddeleisen, welches letztere nach TUNNER [6]) sich zwar dem Aeussern nach gleichförmiger, als ersteres cementirt, auf dem Bruche aber öfters dunkelgefärbte Ablösungen und Streifen zeigt, welche um so mehr als Ungänze zum Vorschein kommen, zu je feineren Dimensionen man den Stahl ausreckt, und durch Gärben und Umschmelzen sich nicht völlig beseitigen lassen.

Stahl aus Herdeisen ist elastischer und behält seine Härte besser, als solcher aus Puddeleisen. Jedoch wendet man aus

1) TUNNER, das Eisenhüttenwesen in Schweden. 1858. S. 84. — PRECHTL, technol. Encyklop. XV, 374.
2) DINGL. Bd. 91. S. 452. — B. u. h. Ztg. 1863. S. 239.
3) Oesterr. Ztschr. 1857. No. 9.
4) Leoben. Jahrb. 1853. III, 305.
5) Leoben. Jahrb. 1863. XII, 58, 72.
6) Leoben. Jahrb. 1857. VI, 91.

gutem Roheisen bei Zusatz des SCHAFHÄUTL'schen Pulvers erzeugtes und durch sorgfältiges Schweissen und Hämmern möglichst dicht gemachtes Puddeleisen in England [1]) und Oesterreich [2]) da an, wo sonst ein ordinäres schwedisches und russisches Eisen brauchbar ist.

Puddelstahl.

2) Puddelstahl. [3]) Eisenbahnwagenräder und Schienen aus Puddelstahl hat man schon 1837 zu Newcastle und neuerdings in Frankreich noch cementirt, um sie sehr hart und gleichförmig zu machen. Die Cementation des Puddelstahls soll rascher stattfinden und tiefer (bis 2 Z. tief und darüber) eindringen, als bei Stabeisen.

Cementirpulver.

3) Cementirpulver. Die grösseren und besten Stahlfabriken in England, Schweden, Steyermark etc. nehmen als Cementirpulver nichts als Holzkohlen, theils als Pulver, theils in kleinen Stücken von nicht über 2 Cubikcentim. ($^1/_{10}$ Cbzll.) Grösse. In Schweden wird gewöhnlich Birkenkohle, in England Eichenkohle, in Westphalen Buchenkohle und in Steyermark Fichtenkohle verwandt. Am geeignetsten sind die kalireicheren dichten Laubholzkohlen, welche die Cyanbildung begünstigen und die Luft wegen dichteren Liegens besser abschliessen. Schon gebrauchtes Cementirpulver verliert an cementirender Kraft (S. 668) und darf deshalb nur im Gemenge mit etwa $^3/_4$—$^1/_2$ frischem Kohlenpulver, meist nur zu oberst und zu unterst, angewandt werden, um die Kosten zu verringern. Frisches Pulver allein erfordert längere Zeit und niedrigere Temperatur beim Cementiren. Auch sind geglühte Kohlen weniger wirksam, als frische. Kokspulver ist wegen seines Aschen- und Schwefelgehaltes unbrauchbar. Auf 1 Ctr. Einsatz kommen etwa $^1/_3$ Cbfss. Holzkohlen.

Es sind eine Menge Recepte zur Zusammensetzung von Cementirpulvern angepriesen, ohne irgend wirksamer zu sein, als reine Holzkohle, dagegen haben sich, als die Cyanbildung befördernd und somit die Cementation beschleunigend, nach TUNNER's Versuchen [4]) Zuschläge von $^1/_2$ % des Kohlen-

1) Leoben. Jahrb. 1852. II, 139.
2) Leoben. Jahrb. 1857. VI, 90.
3) Leoben. Jahrb. 1863. XII, 65.
4) Leoben. Jahrb. 1853. III, 306; 1863. XII, 65.

gewichtes Potasche und Kochsalz besonders zur Darstellung kohlenstoffreicherer, härterer Sorten sehr wirksam gezeigt. Aehnlich wirkt ein Anfeuchten des Pulvers mit Wasser, in welchem Holzasche aufgelöst worden. DODD[1]) vermochte bei Anwendung eines Cementirpulvers von Holzkohle, 6% Kalk und 2% Soda die Cementirzeit von 3 bis 5 Tagen auf 75 Stunden abzukürzen.

Noch wirksamer, als Alkalien, hat sich ein Zuschlag von kohlensaurem Baryt[2]) erwiesen (S. 582).

Ein Zusatz von thierischen Substanzen (Thierkohle, Leder, Horn) oder Blutlaugensalz[3]) befördert in bekannter Weise ebenfalls die Cyanbildung.

Das Cementirpulver wird entweder trocken oder, damit es nicht stäubt, etwas befeuchtet angewandt.

Dass man von Schwefelwasserstoffgas freies Leuchtgas in England zur Cementation angewandt hat, ist bereits S. 581 angeführt.

Brennmaterial.

4) Brennmaterial zum Heizen der Oefen. Von wesentlichem Einflusse auf die Kosten und Dauer der Cementation ist die Beschaffenheit des Brennmaterials, und muss sich danach die Ofenconstruction mit richten.

Am häufigsten wendet man, z. B. in England und Westphalen, eine gasreiche, langflammige, nicht zu stark backende Steinkohle an; in Schweden, zu Reichenau etc. lufttrocknes oder gedörrtes Holz, welches weniger lang anhält und bei gegebenem Volum weniger brennbare Stoffe enthält, als erstere; in Steyermark Braunkohlen auf Treppenrosten, zuweilen auch Torf und kaum wohl noch Holzkohlen.

Auf 100 Pfd. Stahl gehen etwa 75—90 Pfd. Steinkohlen, 160—210 Pfd. Braunkohlen (zu Leoben bei 2kistigem Ofen z. B. 200, bei 1kistigem 400 Pfd.), 200—300 Pfd. Torf und 300—325 Pfd. Fichtenscheitholz, je nachdem dasselbe mehr oder weniger getrocknet oder gedarrt ist.

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 144.
2) HARTMANN, Fortschr. V, 244; VI, 247. — Polyt. Centralblatt 1862. No. 6.
3) JOHNSON's Mischung: DINGL. Bd. 158. S. 205.

Durch Anwendung von Hohofengasen [Friedrichsthal[1]) in Würtemberg] oder der Ueberhitze von Puddelöfen [Eibiswald[2])] zum Cementiren wird der Prozess bedeutend billiger.

Cementiröfen.

§. 132. Cementiröfen. Dieselben bestehen aus einem gewölbten Raum, in welchem 1—3 thönerne Cementirkästen zur Aufnahme der Eisenstäbe und des Cementirpulvers aufgestellt und von Zügen (Pfeifen) umgeben sind, in denen die Flamme, welche von einer seitwärts (Taf. VIII. Fig. 224) oder unterhalb der Kisten liegenden Feuerung (Taf. VIII. Fig. 219, 220) kommt, circulirt und durch Züge im Gewölbe austritt (Fig. 220) oder nach unten in einen Canal (Fig. 223) geleitet wird, der mit einer für mehrere Oefen gemeinschaftlichen Esse in Verbindung steht. Am häufigsten wendet man Oefen mit 2 Kisten an (Fig. 220); die 3kistigen, wie sie früher in Schweden (Bd. I. Taf. XII. Fig. 317) üblich waren, gestatten zwar eine Brennmaterialersparung, geben aber ein ungleichartiges Product und üben auf die Unterlage einen zu starken Druck aus. Oefen mit 1 Kiste (Taf. VIII. Fig. 223) hat man wohl für kleinere Productionen und wenn eine bestimmte Qualität erzielt werden soll, eingerichtet (Fridau'sches Werk bei Leoben, Hirschwang bei Reichenau, Friedrichsthal in Würtemberg etc.), dieselben erfordern aber mehr Brennmaterial, als die 2kistigen. Die Seitenwände des Ofeninnern (Sargenwandungen) bestehen aus 5—6 Zoll starken feuerfesten Steinen, und das 1 Fuss starke Rauhgemäuer wird von letzteren zuweilen durch eine 4—5 Zoll dicke Füllung getrennt. Befinden sich vertikale Züge im 12—16 Zoll starken Gewölbe, so ist über demselben eine Esse angebracht, und man kann die abziehenden heissen Gase zum Ziegelbrennen, zur Dampferzeugung[3]) etc. benutzen. Bei einer Ableitung der Flamme nach unten wird die Hitze besser ausgenutzt.

Je flacher man das Gewölbe spannt, um so vortheilhafter wird zwar das Brennmaterial benutzt, aber um so

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 119.

2) Oesterr. Ingen. Verein, Abtheilung für Berg- und Hüttenwesen, Sitzung vom 5. Februar 1862.

3) Polyt. Centr. 1858. S. 1405.

beschwerlicher ist auch die Arbeit. Man hat deshalb bei den kleineren 1kistigen Oefen (Fridau'sches Werk zu Leoben, Hirschwang bei Reichenau) flache mit einem Haspel in einzelnen Theilen abnehmbare bewegliche Gewölbe (Taf. VIII. Fig. 223) hergestellt, welche neben einer bequemeren Arbeit auch die Abkürzung der Abkühlungszeit gestatten.

Cementirkästen.

Die Cementirkästen[1]) sind je nach der Grösse des Einsatzes (zuweilen auch nach der Länge der Eisenstangen) 8 — 15 Fuss lang, 26 — 36 Z. breit und 28 — 36 Z. hoch. Kleinere Kisten erfordern mehr Brennstoff und zu grosse erhalten keine gleichförmige Hitze bei schwieriger zu vermeidendem Luftzutritt; 2kistige Oefen fassen gewöhnlich pro Kiste 120—175—240 Ctr. Stabeisen. Die Kisten werden auf feuerfesten Ziegeln (Westphalen), Thonplatten (Schweden, Steyermark) oder Sandsteinplatten (England) zusammengesetzt, und zwar der Schwindung wegen aus mehreren Platten. In England nimmt man letztere etwa $5^2/_3$ Z., bei Ziegeln diese $4^1/_4$ Z. stark, während der gemauerte Boden um die Hälfte dicker ist, als die vertikalen Wände. Auf den v. MAYR'schen Werken bei Leoben bestehen die 10 F. langen, 3 F. 3 Z. breiten und 3 F. 5 Z. hohen Kisten mit 150 — 160 Ctrn. Fassungsraum aus Chamotte-Platten, und zwar an den Seiten aus 3 Aufsätzen derselben, so dass die lichte Weite am Boden 2 F. 6 Z. und oben 2 F. 9 Z. beträgt. Der oberste Aufsatz besteht aus $3^1/_2$ Z. dicken, 12 Z. hohen und 13 Z. breiten Platten, der mittlere aus 4 Z. und der unterste aus $4^1/_2$ Z. starken (Taf. VIII. Fig. 220), der Boden aus 5 und $2^1/_2$zölligen Platten. Die Fugen liegen eine über der andern und nicht voll auf und sind sowohl an den Seiten, als am Boden durch quadratische Tragpfeiler von 6 Z. Seitenlänge verdeckt, welche die Pfeifen (Züge) von gleichem Querschnitt, wie die Pfeiler, zwischen sich lassen.

Um zu verhüten, dass die Hitze über dem Feuergewölbe zu stark wird, vertheilt man die Pfeifen so, dass die Kästen 12 Bodenpfeifen, an der Seite zunächst der Rauhmauer 12 Pfeifen offen, an den schmalen oder Stirnseiten je 2 Pfeifen offen und an der inneren Seite 6 offene und 6 oben geschlos-

1) Des Ingenieur's Taschenbuch. 1864. S. 547.

sene haben. Ebenso sind auf jeder Seite 3 Pfeilerzugessen mit 8 und 4 Zoll Oeffnung angebracht.

Auf dem Fridau'schen Werke bei Leoben haben die 1kistigen Oefen Kisten von 7 F. Länge, 2½ F. Breite und 3 F. Tiefe bei 60 Ctr. Fassungsraum.

Bei Oefen mit festem Gewölbe befinden sich über den Kisten an den Stirnseiten Mannslöcher zum Chargiren während des Brandes mit nur ein Späheloch enthaltendem Mauerwerk verschlossen, und etwas tiefer befindet sich eine Oeffnung zum Herausnehmen der Probestangen.

Feuerungsvorrichtungen.

Der Feuerungsraum ist bei einem Planrost eben so lang, wie die Kisten; bei Treppenrosten legt man einen an jede Stirnseite (z. B. auf den MAYR'schen Werken 2 Treppenroste, jeder mit 12—18 Zoll breiten Treppen, wo dann die Verbrennungsgase durch 6 mit Schiebern versehene Züge im Gewölbe ausziehen). Die Oefen machen jährlich höchstens 20 Chargen.

TUNNER's 2kistiger Ofen.

TUNNER[1]) hat auf die Verschiedenheiten in der Construction der englischen [2]), schwedischen, westphälischen und österreichischen Cementiröfen aufmerksam gemacht und eine 2kistige Construction (Taf. VIII. Fig. 219—222) vorgeschlagen, welche mit bestem Erfolg bei Leoben mit Treppenrost für magere Steinkohlen oder für Braunkohlenklein in Ausführung gebracht ist. Dadurch, dass in der Abbildung neben dem Treppenrost ein horizontaler verzeichnet ist, hat die Richtigkeit der Zeichnung etwas gelitten. Der horizontale Rost *p* ist mit punctirten Linien angedeutet. *s* Schüröffnung. *x* Aschenfall. *v* Boden des vertieften Raumes in der Hüttensohle. *y* Rostträger. *z* eine Mittelmauer, von welcher links eine gleiche Feuerstätte gelegen ist, wie die rechts mit punctirten Linien angedeutete. Beim Treppenrost bedeutet *t* die Schüröffnung, *P* den Kohlenraum, *β* ein gusseisernes Kühlrohr, welches auf der einen Seite vermittelst eines offenen Canals *γ* und auf der andern Seite mit dem angesetzten Blechrohre *δ* communicirt, wodurch eine starke Luftströmung herbeigeführt wird. *d* Abzüge im Fundament.

1) Leoben. Jahrb. 1854. S. 119.
2) DINGL. Bd. 91. S. 445.

Der Raum für die Cementirkästen *K* wird durch das feuerfeste Mauerwerk *a*, das Rauhgemäuer *b* und die Füllung *c* gebildet. Die Flamme tritt durch die Oeffnungen *k* in die Bodenpfeifen *l*, von hier in die Seitenpfeifen *g* und die Längenpfeifen *m* und *n*, und die durch *i* tretende Flamme gelangt in die durch Zwischenpfeiler *h* gebildeten Züge, so dass die Kästen möglichst gleichmässig von der Flamme umspielt werden. Ueber der feuerfesten Ueberwölbung *L* erhebt sich das Rauhgemäuer bis *N* und darauf ruht der Essenmantel *M*, in welchen die mit dem inneren Raume communicirenden 6 Zugöffnungen *e* münden. *S* der Schornstein. *E* Schieber über den Zugöffnungen. *O* gewöhnlich mit einer Blechthür oder einer losen Mauerung versehene Zutrittsöffnung.

Zum Innern des Ofens führen mehrere Oeffnungen. *Q* überwölbter Raum mit den Mannslöchern *R*, welche während des Brandes vermauert sind, und zwar wird in dem diesfallsigen verlornen Mauerwerke eine grössere Tafel *T* mit einem durch einen Pfropfen *Z* verschlossenen Späheloche eingesetzt. *λ* Oeffnungen zum bequemeren Ein- und Ausbringen der Cementstäbe. *π* Oeffnungen zum Ausziehen der Probestangen.

Rittinger's 1kistiger Ofen. Der zu Hirschwang [1]) bei Reichenau von Rittinger construirte 1kistige Cementirofen mit beweglichem Gewölbe für Holzfeuerung zeichnet sich vor den englischen Oefen durch kürzere Abkühlzeit, weniger beschwerliche Arbeit und geringeren Raum aus und hat folgende Construction (Taf. VIII. Fig. 223—225):

a Rost, durch das Gemäuer *b* in zwei Abtheilungen getrennt. *c* Schüröffnung. Die Flamme gelangt durch die Oeffnungen *d* in mit einem Schieber *e* versehene Canäle *f*, geht theils durch die Oeffnungen *g* in den Raum *A* über dem Cementirkasten *h*, theils steigt sie an der langen Seite in den Seitenpfeifen *i* und durch *g'* an den Stirnseiten in den Pfeifen *k* nieder, geht durch die Bodenpfeifen *l* in die Seitenpfeifen *m* und aus diesen mit den durch *g''* aus *A* eintretenden Feuergasen gemeinschaftlich in horizontale Canäle

1) Rittinger's Erfahrungen. 1861. S. 36.

n und dann in den niederwärtsgehenden Canal *o*, welcher in den Rauchsammelcanal *p* mündet. Aus den Stirnpfeifen *k* gelangen die Feuergase durch *p'* in *o*. Unter jeder Kiste, oder besser seitwärts davon zur grösseren Haltbarkeit bei einer soliden Unterlage, läuft ein Canal *p* hin und zwei derselben vereinigen sich ausserhalb des Ofens in eine gemeinschaftliche Esse von 9 Klafter Höhe und 38 Z. Q. Weite. *q* Späheloch. *r* Probestangenloch. *s* Mannsloch. *t* dachförmig aufgestellte feuerfeste Ziegel, mit Chamotte und Sand bedeckt und abhebbar. *u* Oeffnungen zum Ein- und Ausbringen der Stangen.

Bei dem 1kistigen Ofen auf dem Fridau'schen Werke bei Leoben, dessen Baukosten circa 1773 Gulden betragen, findet die Abführung der Verbrennungsgase durch 2 Essen statt, was aber eine ungleiche Vertheilung der Flamme und ungleichmässige Cementirung veranlasst.

Soll Gasfeuerung angewandt werden, so braucht man nur, wie zu Friedrichsthal [1]), an die eine lange Seite des Ofens das Gasrohr zu legen und das Gas durch drei Schnäbel, über denen durch eine mit einem Schieber regulirbare Oeffnung die Verbrennungsluft zutritt, in die vertikalen Längsseitenpfeifen strömen zu lassen. Die Flamme steigt dann in diesen empor, tritt über den Kasten und zieht in den Pfeifen der andern Breitseite und der beiden Stirnpfeifen herab in einen unter dem Kasten befindlichen Canal, welcher in eine 30 Fuss hohe Esse mündet. Die Anlagekosten eines solchen Ofens betragen 760 Gulden.

Dodd [2]) hat einen continuirlich gehenden Ofen construirt.

Manipulationen.

§. 133. Verfahren beim Cementiren. Bei dem Cementiren kommen nachstehende Operationen vor:

Chargiren.

1) Das Laden der Kisten. Nachdem etwaige Fugen von der vorigen Charge mit feuerfestem Mörtel ausgestrichen, breitet man auf dem Boden zur Schliessung etwa noch vorhandener Risse eine 1 — 1½ Zoll hohe Lage Thon, Ziegelmehl oder feingeflössten Quarzsand gleichmässig aus, bringt darauf eine 1½ — 2 Zoll starke Schicht trocknen oder des

1) B. u. h. Ztg. 1858. S. 119. Taf. III.
2) B. u. h. Ztg. 1859. S. 144.

Stäubens wegen mit Wasser oder Lehmwasser angefeuchteten Cementirpulvers, darauf die abgehauenen und gerichteten Eisenstangen meist flach, seltener hochkantig so, dass sie der Ausdehnung wegen etwa 2 Z. von den Stirn- und 1—1½ Z. von den Längsseiten entfernt bleiben und je nach der angegebenen Stellung Zwischenräume von resp. 4—6 Lin. und 1—2 Lin. lassen, die mit Cementirpulver ausgefüllt werden. Die Dimensionen der Stangen richten sich, wenn der Stahl roh verwandt werden soll, nach der Gestalt der darzustellenden Waare; soll er raffinirt werden, so sind zweckmässige Dimensionen 2—5 Z. Breite und 4—9 Lin. Dicke; weniger geeignet ist eine runde oder quadratische Form (etwa 1½ Z. Seite). Bei zu geringen Dimensionen geht die Cementation zwar rascher, aber die Kästen fassen weniger Eisen. Letzteres kann bis 36% des ganzen Volums einnehmen.

Man füllt nun die Kiste weiter mit abweselnden Lagen Cementirpulver von ¼—½ Zoll Höhe und Stabeisen bis zur Probestangenöffnung, wo man ein oder zwei kürzere, aus der Kiste durch die Oeffnung etwas hervorragende, leicht herauszuziehende Stäbe einlegt. Dann wird die Kiste bis zu 4—6 Z. unter den Rand mit den bezeichneten Materialien gefüllt und die oberste 2 Z. starke Lage Cementirpulver zur möglichst vollständigen Abschliessung der Luft, welche den Kohlenstoff verbrennen würde, entweder mit losem Ziegelpflaster und darauf an den Seiten 2, in der 9—10 Z. hoch mit Quarzsand oder mit einer aufgestampften Lage weniger feuerfesten Thons mit Thonmehl darüber oder, wie in England, mit Strassendreck oder Stahlschleifsand (Quarzpulver mit oberflächlich oxydirten Stahltheilchen, welches Gemenge sich in der Hitze erweicht und Gase auslässt, aber keinen Luftzutritt zum Eisen gestattet), bedeckt. Zu Friedrichsthal bei der Gasfeuerung hält man es für erforderlich, auf eine 1 Zoll starke Lehmlage eine 1 Zoll dicke Schicht geflössten Sand und darüber noch eine Lage alter Barnsteinstücke, deren Fugen mit Lehm vergossen werden, und zu oberst eine Sandhaube zu bringen.

Das Eintragen, welches bei Oefen mit beweglichen Gewölben von oben, sonst durch die Seitenöffnungen geschieht, dauert an 2 Tage, worauf man die Züge reinigt, Probe-

stangen-, Aus- und Eintragungsöffnungen, sowie das Mannsloch, letztere durch doppelte verlorne Mauerung schliesst und ins Mannsloch die Tafel mit dem Späheloch einsetzt.

Ofengang. 2) Leitung des Ofenganges. Man feuert den Ofen langsam an, bringt ihn, wenn er neu ist, in etwa 2 Tagen, sonst in etwa 24 Stunden, in Kupferschmelzhitze (S. 688) und unterhält diese möglichst gleichmässig durch rechtzeitiges, etwa $^3/_4$—1stündliches Schüren und täglich 2maliges Rostputzen, sowie durch passende Flammenvertheilung mittelst der Schieber. Zuletzt wird die Hitze etwas gesteigert.

Je nach dem Querschnitt der Eisenstangen und je nachdem die Kohlung stärker oder geringer, also der Stahl härter oder weicher ausfallen soll, dauert ein Brand 5—9 Tage und länger. Nach etwa 170—180 Stunden nimmt man die erste Probestange, deren Beschaffenheit im rohen und gehärteten Zustande (S. 688) auf den Gang des Prozesses schliessen lässt, dann nach 12—14 Stunden die zweite Probestange, an welcher man die Zeit zur Beendigung des Prozesses erkennt, wenn sich in der Mitte derselben kein Eisenkern mehr befindet. Ist diese herangekommen, so lässt man den Ofen, um ihn möglichst zu schonen, bei sorgfältig verschlossenen Oeffnungen etwa 3 Tage lang abkühlen, dann werden die Spähelöcher geöffnet und in die verlorne Mauer eine kleine Oeffnung gemacht, am vierten Tage nimmt man die verlorne Mauerung im Mannsloche weg und am sechsten Tage kann mit dem Austragen, was 1—2 Tage dauert, begonnen werden, so dass die Dauer eines ganzen Brandes auf 18 Tage kommen kann, worauf sofort eine neue Charge beginnt.

Nach abgeräumter Decke nimmt man die einzelnen Lagen Stäbe und Cementirpulver heraus und sortirt erstere (S. 689), wobei man einige Procent Ausschuss haben kann. Die Gewichtszunahme ergibt sich meist zu $^1/_2$—$^3/_4$ % und ist in der Mitte am stärksten.

Man macht jährlich 15—20 Chargen.

Beispiele. Yorkshire. 1) Zweikistige Oefen mit Steinkohlenfeuerung. In Yorkshire [1]) dauert ein Brand von 17600 Kil. Einsatz

1) Dingl. Bd. 91. S. 460. — Percy, Metallurgy. Iron and Steel. 1864. S. 768.

5—9, durchschnittlich 7 Tage, und es kommen auf 100 Kil. Stahl etwa 75 Kil. Steinkohlen und 3,53 Frs. Kosten. Die Dicke der Eisenstangen wechselt zwischen 0,008—0,020, die Breite zwischen 0,06 und 0,140 Meter.

2) Oefen mit Braunkohlenfeuerung.

Leoben. a) Zweikistiger Ofen. Auf den v. MAYR'schen Werken bei Leoben (S. 695) fasst eine Kiste mit 150—160 Ctr. Einsatz 18 — 25 Lagen Stabeisen je nach der Dicke der Stäbe, welche entweder Schienen von 2½ Z. Breite und 1¼ Z. Dicke oder Quadratstäbe von 1½ Z. Seite sind. Dauer eines Brandes 200 Stunden, der Abkühlung eben so lang, des Austragens 2 Tage, Zugang ½—¾ %, Verbrauch von 14 Vordernberger Fass à 9,7 Cbfss. weicher Kohlenlösch als Cementirpulver pro Brand und 200 Pfd. Braunkohlengrus pro 100 Pfd. Stahl. 4 Leute sind beim Ein- und Austragen beschäftigt, während des Brandes 1 Schürer. Ein Ofen macht jährlich 15 Chargen.

Leoben. b) Einkistiger Ofen mit beweglichem Gewölbe. Auf dem Fridau'schen Werke bei Leoben fasst die Kiste (S. 695) 60 Ctr., Dauer des Eintragens 2, des Brandes 6—8, des Kühlens 3 und des Austragens 2 Tage, Verbrauch von 4 Ctr. Braunkohlengrus auf 1 Ctr. Stahl und von 5 Cbfss. Cementpulver pro Brand.

Während des Brandes sind 2 Mann beschäftigt, je einer eine 12stündige Schicht; beim Ein- und Austragen noch besondere Hülfe. Gewichtszunahme 1 %.

3) Oefen mit Holzfeuerung.

Schweden. a) Zweikistige Oefen in Schweden[1]) fassen 250 bis 350 Ctr. Eisen, welche in 9—12 Tagen bei einem Aufwand von ⅙ Wiener Klafter 36zölligem Scheitholz cementirt werden, und bei 54 kr. Kosten pro Ctr. Stahl. Das Ausschmieden auf ⅜ Z. Q. kostet bei 6 % Abbrand (sammt Zugang beim Cementiren) 1 fl. 20 kr., so dass die Selbstkosten pro Centner ausgereckten Stahl auf 2 fl. 20 kr. und mit Zurechnung des Eisenpreises auf 6¾—9⅓ fl. kommen.

1) TUNNER, das Eisenhüttenwesen Schwedens. 1858. S. 84.

b) Einkistiger Ofen mit beweglichem Gewölbe (S. 696) zu Hirschwang bei Reichenau.[1]) Aus einer Charge, 140 Ctr. 48 Pfd. Stabeisen von $^5/_4$ Z. Q., erhält man mit 37 Klftrn. 3schuhigem, nicht ganz lufttrocknem Fichtenschwemmholz 140 Ctr. 69 Pfd. harten Cementstahl bei $9^1/_4$-tägigem Brennen, 2täg. Eintragen und 4täg. Abkühlen und Austragen. Schon 24 Stunden nach beendigtem Brand findet ein langsames Lüften der Spählöcher, der Schieber und des beweglichen Gewölbes statt.

Hirschwang.

4) Ofen mit Hohofen-Gasfeuerung zu Friedrichsthal.[2]) Chargen von 50—60 Ctr. Stabeisen sind nach 8—10 Tagen cementirt; ganze Dauer eines Brandes $15^1/_2$—$17^1/_2$ Tage; Zugang 0,6—0,8 %. 1 Ctr. roher Cementstahl kommt nur 7,4 kr. höher zu stehen, als 1 Ctr. Cementstabeisen.

Friedrichsthal.

Zweites Kapitel.

Darstellung von Damaststahl durch Zusammenschmelzen von Stabeisen und Kohle.

§. 134. Allgemeines. Von den S. 565 erwähnten hierher gehörigen Methoden ist die Darstellung des Damaststahles die wichtigste. Derselbe ist dadurch characterisirt, dass er nach dem Aetzen seiner polirten Oberfläche mit Säuren, in Folge verschieden löslicher, kohlenstoffreicherer und ärmerer Verbindungen, eine bunte verworrene Aderzeichnung von dunkleren und helleren Linien in einer gewissen Anordnung (Damast, von der Stadt Damascus so genannt, wo man den indischen Stahl seit Jahrhunderten verarbeitet hat) zeigt. Die von Säuren leichter angegriffenen Theile färben sich durch Blosslegung von Graphitgrau, die weniger angegriffenen geben hellere, erhabener bleibende Linien

Wesen des Damaststahls.

1) Rittinger's Erfahrungen. 1861. S. 36.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 119.

und man unterscheidet dabei Damast mit parallelen Streifen oder mit schraubenförmig gewundenen Linien oder Mosaikdamascirung.[1]) Nach SCHAFHÄUTL (S. 40) soll die weniger lösliche Verbindung Kieselkohlenstoffeisen sein. Durch Umschmelzen und plötzliche Abkühlung verliert der Damaststahl seine Zeichnungen mehr oder weniger.

Da Gleichartigkeit eine Haupteigenschaft eines guten Stahls ist, so lässt der hohe Grad von Härte und Elasticität, den die guten Damaststahlsorten besitzen, sich nur durch sonst sehr reine Materialien und deren äusserst sorgfältige Behandlung erzielen. Auch schreibt man die guten Eigenschaften einem Gehalte an Wolfram, Nickel, Mangan etc. zu und Analysen (I. 725) haben einen Gehalt an solchen Stoffen auch nachgewiesen.

Man unterscheidet ächten und unächten Damaststahl.

Darstellungsmethode.

§. 135. Darstellung von ächtem oder natürlichem Damaststahl [Wootz[2])]. Dieser aus Indien und Persien seit der ältesten Zeit her rühmlichst bekannte Stahl wird daselbst auf die Weise bereitet, dass man aus einem Magneteisenstein in Körnern in kleinen Oefen[3]) mit Holzkohlen mehr oder weniger gekohltes Eisen erzeugt, die etwa 40 Pfd. schweren Luppen in der Schweisshitze zu Stäben aushämmert, wobei nur 12 % sehr reines Stabeisen erfolgen, diese in kleine Stücke zerschrotet und etwa 1 Pfd. davon mit einer abgewogenen Menge trockner Holzspäne von *Cassia auriculata* und einigen grünen Blättern von *Asclepias gigantea* oder *Convolvulus laurifolius* in kleine Thontiegel thut, welche mit Thon fest verschlossen werden. 20—24 dieser Tiegel werden in einem Gebläseofen 2½ Stunden lang einem sehr heftigen Feuer ausgesetzt, wobei die verkohlten Pflanzen Kohlenstoff ans Eisen abgeben und ein flüssiges Kohlenstoffeisen entsteht. Nach FREMY[4]) sind die bezeichneten Pflanzen

1) Bgwfd. V, 391.
2) B. u. h. Ztg. 1852. No. 48. — KARST., Arch. 1 R. IX, 378. — Oesterr. Ztschr. 1857. S. 165. — DINGL. Bd. 93. S. 58.
3) B. u. h. Ztg. 1863. S. 17. — PERCY, Metallurgy. Iron and Steel 1864. S. 254.
4) DINGL. Bd. 164. S. 287. — HARTMANN, Fortschr. VI, 257.

reich an Stickstoff und Phosphor, wodurch die Stahlbildung begünstigt werden soll (S. 580).

Die aus den erkalteten Tiegeln genommenen Klumpen, wegen ihres bedeutenden Kohlenstoffgehaltes nicht schweiss- und schmiedbar, werden in einem Gebläseofen anhaltend geglüht, wobei sie Kohlenstoff verlieren, und dann unter Hämmern ausgeschmiedet.

Man beurtheilt die Güte des Stahls nach der Zeichnung der Figuren, nach der Farbe der zwischen den Linien gelassenen Zwischenräume und nach dem Farbenspiel sicherer, als nach jedem andern Kennzeichen.

Der hauptsächlich zu Säbelklingen verwandte indische Wootzstahl, welcher hinsichtlich seiner chemischen Natur und seiner physikalischen Eigenschaften noch immer nicht hinlänglich gekannt ist, verdankt seinen hohen Ruf ohne Zweifel hauptsächlich der gutartigen Beschaffenheit des Schmiedeeisens, der umsichtigen Behandlung und Zubereitung immer nur kleiner Stahlquantitäten, dem Geschmolzensein des Stahls und vielleicht der Anwesenheit gewisser Substanzen, welche man durch die chemische Analyse (I. 725) darin gefunden hat, wie Wolfram, Nickel, Mangan etc. Es hat nicht gelingen wollen, in England aus indischen Magneteisenerzen durch Verschmelzen derselben auf Roheisen, Frischen desselben und Cementiren des Stabeisens ein dem indischen Wootz in Qualität gleichkommendes Product zu erzielen. Die ächten Damascenerklingen sollen dadurch gehärtet werden, dass man sie glühend an einem Rade befestigt, welches schnell umgedreht wird.

Darstellungs-Methoden.

§. 136. Darstellung von künstlichem Damaststahl. [1]) Man hat mit mehr oder weniger Glück versucht, den ächten Damascener Stahl nachzumachen, und sind dazu verschiedene Wege eingeschlagen:

a) LUYNES [2]) ahmt ganz das indische Verfahren nach, indem er weiches Eisen mit Kohle, Wolfram-, Nickel- und Manganverbindungen zusammenschmilzt, und zwar mit gutem Erfolg. Besonders gab das Mangan damascirten Stahl und

1) KARST., Arch. 1 R. IX, 388, 401; XIV, 456.
2) Bgwfd. IX, 225.

führte eine bedeutende Kohlenstoffmenge in denselben, ohne die Hämmerbarkeit zu beeinträchtigen.

b) Bréant [1]) erzeugt einen tadellosen, dem ächten sehr ähnlichen Damast durch Schmelzen von 100 Theilen Eisen mit 2 Theilen Lampenruss oder durch Schmelzen von Roheisen mit oxydirten Feilspänen.

c) Clouet, Hachette [2]) und Mille [3]) schweissen Stahlplatten von verschiedener Beschaffenheit, härtere und weichere, zusammen und erhalten einen Damast, der durch Biegsamkeit, Elasticität und Härte sich auszeichnet, aber nicht die gewässerte Damascirung der ächten Klingen zeigt.

Zweiter Theil.

Raffination des Herd-, Puddel- und Cement-Stahls.

Raffinirmethoden.

§. 137. Allgemeines. Der rohe Herd-, Puddel- und Cementstahl wird theils direct verwandt, theils aber zur Erlangung grösserer Gleichartigkeit, also besserer Qualität, zuvor raffinirt. Dieses kann entweder durch Paquetiren und Schweissen (Gärben, von Garbe, Paquet) oder durch Umschmelzen (Gussstahl) geschehen.

Wie bereits (S. 566) bemerkt, kann im Allgemeinen die Qualität des Gärb- und Gussstahls gleich sein, wenn ein tadelloses Rohproduct zur Verwendung kam, jedoch gibt man für manche Zwecke (S. 567) dem Gärbstahl vor dem Gussstahl den Vorzug.

Bei einem minderen Rohmaterial erfolgt durch Umschmelzen ein gleichmässigeres Product, als durch Gärben. Letzteres erfordert mehr Brennstoff und Zeit, es lagern sich in den gegärbten Stahl leicht Schlacken und fremde Bestandtheile, namentlich Flugasche ein und der Erfolg hängt

1) Bgwfd. V, 392.
2) Bgwfd. V, 391.
3) Bgwfd. V, 160.

weniger von der Methode, als von der Geschicklichkeit des Arbeiters ab, bleibt deshalb unsicher und steht mit der Kostspieligkeit und wirklich erlangten Vollkommenheit in keinem Verhältniss, so dass in neuerer Zeit der Gärbstahl mit dem Gussstahl kaum noch concurrenzfähig erscheint. Besonders störend ist beim Gärben die oxydirende Einwirkung der Flamme, so dass der Gärbstahl leichter absteht, weshalb man Stahlsorten (z. B. manchen minderen Cementstahl, S. 601), welche ihre Stahlnatur leichter verlieren, besser durch Umschmelzen, als durch Gärben raffinirt.

Durch das Umschmelzen wird die Verbindung des Eisens mit Kohlenstoff inniger und letzterer dadurch zum Verbrennen weniger geneigt.

Behuf Darstellung von billigem Massenstahl wird man in den meisten Fällen dem Gärben das Umschmelzen von Puddelstahl vorziehen, weil die erforderlichen Eigenschaften eines solchen Stahls, völlige Gänze und eine gewisse Gleichförmigkeit, bei grösserer Production in einer bestimmten Zeit durch Schmelzen sicherer, als durch Schweissen erreicht werden. Billigkeit und grössere Production beim Gärben ist neuerdings in Neuberg und Donnersbach (S. 707) dadurch angestrebt, dass man grosse Paquete in Flammenschweissöfen anwärmt und dann unter dem Dampfhammer behandelt. Nach Malmedie [1]) hat der aus Cementstahl dargestellte Gussstahl vor solchem aus Puddelstahl den Vorzug, dass er an ein und demselben Stücke eine ungleichmässige Ausdehnung und Zusammenziehung besser verträgt, was besonders bei solchen Gussstücken wichtig ist, welche eine unregelmässige oder complicirte Gestalt besitzen, theilweise gehärtet sind und theilweise weich bleiben sollen.

Es sei noch bemerkt, dass man unter Gussstahl im Allgemeinen alle solche Stahlsorten begreift, welche im flüssigen Zustand in Formen gegossen werden, wonach auch der Stahl von Chenot, Obuchow, Uchatius, Obersteiner, Damaststahl etc. zum Gussstahl zu rechnen ist. Es soll im Nachstehenden nur noch von demjenigen Gussstahl die Rede

1) Ztschr. des Ver. deutscher Ingen. 1859. S. 266.

sein, welcher durch Umschmelzen von Herd-, Puddel- und Cementstahl behuf dessen Raffination erhalten wird.

Erstes Kapitel.

Gärben des rohen Stahls.

§. 138. Gärbverfahren. Es können dabei nachstehende Operationen vorkommen:

Plätten.

1) Plätten. Man bildet die Garbe entweder aus quadratischen Stäben (Gärbstempel) oder meist aus flachen Schienen von etwa 2—2½ Zoll Breite und ¼—¾ Zoll Dicke, in welchem letzteren Falle der Zweck des Gärbens besser erreicht wird, als im ersteren, und zwar um so mehr, je feiner die Schienen und je grösser deren Zahl im Paquete. Die Herstellung der Schienen geschieht entweder unter einem Schwanzhammer (das Plätten) oder unter Walzen.

Abschienen.

2) Abschienen. Zum Geraderichten werden die Stahlschienen zu unterst in vertikalen Reihen, darüber eine horizontale Lage, zu oberst eine dergleichen quer in einem mit Lösche ausgestampften Herde bei Zutritt von Gebläseluft erhitzt, nachdem das 5 — 6 Ctr. betragende Haufwerk mit kleinen Holzkohlen umgeben. Wo man einen Flammofen zum demnächstigen Schweissen hat, wendet man denselben auch beim Schienen an. Die glühenden Stäbe werden unter einem Hammer gerichtet oder abgeschient.

Garbenbildung.

3) Paquet- oder Garbenbildung. Auf einem Tische werden die quadratischen Stäbe oder die Schienen zu einer Garbe formirt, welche durch Ringe, die man später abschlägt, zusammengehalten wird. In Steyermark haben solche Garben bei 30—32 Pfd. Gewicht etwa 15 Zoll Länge und 5 bis 8 Zoll Höhe, so dass sie sich bequem mit der mit Laschen versehenen Gärbezange fassen lassen. Zu den Deckschienen nimmt man wohl kohlenstoffreicheren Stahl.

Ausheizen der Garben.

4) Ausheizen der Garben. Dieses kann geschehen:

a) In Gärbfeuern von der Einrichtung der Frischfeuer, z. B. in Steyermark für Herdstahl, wo man eine Garbe vor der Form bei 8—10° stechendem Winde von 9—12 Zoll Wasserpressung mit Holzkohlen schweisswarm macht, während man eine zweite, auf die hohe Kante gestellt, vorwärmt. Sobald die erforderliche Hitze einzutreten beginnt, bestreut man das Paquet zur Erzielung einer saftigen Schweisshitze mit Quarzsand oder Thon, wenn der Stahl möglichst hart bleiben soll, dagegen mit Glühspan und gaarer Frischschlacke, sonst mit Schlacken von der eigenen Arbeit, wenn man minder harten Stahl erzielen will.

Die englischen Hollow-fires [1]) (S. 463) zum Raffiniren des Cementstahls in paquetirten Schienen von 30 Z. Länge, 2 Z. Breite und 3/4 Z. Dicke werden mit Koks betrieben, während man zum Abschienen rohe Kohlen verwendet.

b) In Schweissöfen mit Quarzherd bei directer Feuerung [Neuberg [2])] oder in solchen, die durch die abgehende Flamme aus andern Feuern, z. B. Hartzerrennfeuern, geheizt werden [Donnersbach [3])]. Man producirt hier in 24 Stunden 13—14 Ctr. Gärbstahl bei 10% Gesammtcalo vom Rohstahl und einem Ausbringen von 90% Scharsachstahl. Wegen kürzerer Dauer des Gärbprozesses fällt der Stahl härter aus und es können Stücke von grösserem Querschnitt verarbeitet werden. Ein Steyer'sches Gärbfeuer liefert in 24 Stunden nur 7—8 Ctr. Gärbstahl, davon 80% Scharsachstahl bei 5—8% Abgang und einem Verbrauche von etwa 25—27 Cubikfuss Fichtenkohlen pro Centner Gärbstahl; zu Jenbach in Tyrol verbraucht man an 40 Cbfss. Kohlen bei 20 bis 25% Calo. Neben der besten Stahlsorte, dem Scharsachstahl, erfolgen im Gärbfeuer noch mindere.

Man muss, da gewöhnliche Schweissöfen eine starke Oxydation veranlassen, den Zug bis zur Entstehung einer russigen Flamme hemmen; auch empfiehlt sich Unterwind, weil man dann den Rost höher mit Kohlen anfüllen kann.

---

1) Dingl. Bd. 92. S. 20.
2) Oesterr. Ztschr. 1856. No. 16.
3) Leoben. Jahrb. 1860. IX, 278. — Oesterr. Ztschr. 1861. No. 22, 36.

Vor- und Ausrecken.

5) Ganzmachen und Ausrecken der Paquete. Wenn das Paquet nahe die erforderliche Schweisshitze angenommen hat, wird dasselbe ein oder einige Mal auf der Arbeitsplatte mit einem Handhammer zusammengeschlagen, wieder ins Feuer gebracht und, sobald es die volle Gluth zeigt, unter einem Schwanzhammer von etwa 2 Ctrn. Gewicht mit 180—200 Schlägen pro Minute und 12 Zoll Hub, ohne beträchtliche Verkleinerung des Querschnittes, in einer oder mehreren Hitzen ganz gemacht, dann die Vollendhitze gegeben, dabei zu einem Kolben ausgeschmiedet und dieser in wiederholten Hitzen zu fertiger Waare ausgereckt (Steyermark).

Grössere Paquete, welche in Schweissöfen erhitzt werden, kommen unter Schwanzhämmer behuf des Ganzmachens und zum Fertigmachen unter Walzen.

Gewalzter und gehämmerter Stahl.

Je nachdem man walzt oder hämmert, ändert sich die Textur des Stahls. Diejenige des gewalzten Stahls zeigt eine Annäherung der Molekule an die Kugelgestalt, derselbe hat grosse Elasticität verbunden mit viel Widerstandsfähigkeit (Kutschenfedernstahl), wenn der Gegenstand abwechselnden Biegungen nach der Richtung seiner Dicke unterworfen wird. Bei gehämmertem Stahl ist die Textur feiner, gedrängter, sie zeigt ein ganz verschiedenes Ansehen mit winkligen und zerrissenen Krümmungen und der gehämmerte Stahl hat eine grössere Widerstandsfähigkeit nach allen Richtungen, grössere Ganzheit und Gleichförmigkeit und besonders Dichtigkeit. Die Art des Schmiedens übt einen bedeutenden Einfluss auf die Entwicklung der Eigenschaften des Stahls aus, welche namentlich erst beim Härten zum Vorschein kommen.[1])

Mehrmaliges Gärben.

Durch Wiederholung des Gärbens nimmt der Stahl bis zu einem gewissen Grade an Güte zu; über ein 3—4maliges Gärben hinaus vermindern sich Dichtigkeit und Kohlenstoffgehalt merklich. Behuf des nochmaligen Gärbens schneidet man die ausgeschweisste Garbe entweder in 2 Theile und schweisst diese auf einander oder man biegt sie um.

1) Bgwfd. IX, 381, 383, 389, 394.

Zweites Kapitel.

Umschmelzen des rohen Stahls (Gussstahlbereitung).

Geschichtliches.

§. 139. Allgemeines. Wenngleich man schon den indischen Gussstahl (Wootz) seit den ältesten Zeiten benutzte, so blieb doch seine Darstellungsweise bis zu BUCHANAN's Veröffentlichung (1807) unbekannt und es ist die englische Gussstahlfabrikation [1]) deshalb als eine selbstständige Erfindung anzusehn. Dieselbe wird gewöhnlich dem englischen Uhrenfabrikanten BENJAMIN HUNTSMANN zugeschrieben, soll aber nach RINMANN von einem Deutschen, Namens WALLER herrühren, welcher, als Goldzieher in England wohnhaft, seine Walzen aus Gussstahl herstellte. HUNTSMANN verschaffte sich davon Kenntniss und legte 1740 die erste Gussstahlfabrik zu Handsworth bei Sheffield an.

Erst allmälig schwand das Misstrauen gegen den neuen Stahl, es verminderten sich die Kosten und Schwierigkeiten bei der Darstellung und hat derselbe allmälig die besten Schmelzstahlsorten häufig in ihrem Erzeugungslande selbst verdrängt. Der Grund des frühern Misslingens der in vielen Ländern angestellten Schmelzversuche ist in der nicht passenden Wahl des Rohmaterials zu suchen.

Hauptmomente bei d. Gussstahlbereitung.

Das wesentlichste Erforderniss zur Herstellung eines tadellosen Gussstahls ist die Anwendung eines guten Rohmaterials.

Rohmaterial.

Da die Manipulationen (Schmelzen in geschlossenen Tiegeln, Ausgiessen in eiserne oder Erdformen, mechanische Bearbeitung) immer nahe dieselben bleiben, so werden die verschiedenen Sorten Gussstahl wesentlich durch die Be-

1) Ueber Gussstahlfabrikation: Oesterr. Ztschr. 1853. S. 29, 86, 173, 268, 277; 1854. S. 88, 198, 367, 392. — KARST., Arch. 1 R. VIII, 342; 2 R. XXV, 218. — LE PLAY in DINGL. Bd. 92. S. 19. — TUNNER in Leoben. Jahrb. III, 307; VI, 82; XII, 62. — MALMEDIE in Ztschr. des Ver. deutscher Ingen. 1859. S. 266, 273. — GRUNER ET LAN, état présent etc. — JULLIEN, Handbuch der Eisenhüttenkunde, deutsch von HARTMANN. 1861.

schaffenheit des Rohmaterials bestimmt und bedarf es deshalb einer genauen Sortirung desselben, welche, wie früher (S. 600) bemerkt, bei Cementstahl leichter, als bei Schmelzstahl ist. Diese sorgfältige Auswahl und die Möglichkeit, durch das Umschmelzen einen kohlenstoffreichen harten und gleichzeitig gleichartigen Stahl darzustellen, hat dem Gussstahl besonders für feinere Stahlarbeiten und Werkzeuge, welche grosse Härte mit Festigkeit verbinden müssen, einen wohlverdienten Ruf erworben. Es bleibt dabei jedoch immer ein Uebelstand, dass die Grösse des Kohlenstoffgehaltes, also die Härte und Festigkeit des Stahls, sich bei der häufig ungleichen Beschaffenheit des Rohmaterials im Voraus nicht genau bestimmen lässt und die Auswahl des Materials dem geübten Auge des Arbeiters überlassen bleiben muss.

Behuf Herstellung der besten Sorten Instrumenten- und Werkzeugstahl verwendet man Cement- und Schmelzstahl, für Massengussstahl und auch für Werkzeugstahl hauptsächlich Puddelstahl. Wegen seines meist geringeren Preises (S. 600) und seines beliebig zu regulirenden geringeren oder stärkeren Kohlungsgrades hat der Cementstahl vor dem Rohstahl Vorzüge. Um aus letzterem härtere Gussstahlsorten (unschweissbarer Gussstahl) zu erzeugen, bedarfs eines Zusatzes von Spiegeleisen oder von Kohlenpulver, während in englischen Gussstahlfabriken, welche nur Cementstahl verarbeiten, wegen des absichtlich herbeigeführten höhern Kohlungsgrades kein solcher Zusatz erforderlich ist. Der beste englische Gussstahl (Huntsmannstahl) wird aus Danemoraeisencementstahl hergestellt. Auch gibt man zur Erzeugung weicherer Stahlsorten Zuschläge von Schmiedeeisen und wendet wohl solche von Wolfram[1]) (S. 590), Titan[2]) (S. 592) oder Mangan (S. 588) als Braunstein oder Kohlenmangan an, um die Härte und Zähigkeit oder erstere allein zu erhöhen. Nach Köhler wachsen Härte und Zähigkeit bei Zuschlag von 2—3% reducirtem Wolframerz, über 3% hinaus nimmt wohl die Härte, aber auf Kosten der Zähigkeit zu; bei 6% wird der Stahl spröde, wie Glas.

1) Hartmann, Fortschr. II, 333; IV. 284.
2) Hartmann, Fortschr. IV, 285; VI, 253.

Die Wirkung des Kohlenmangans ist nach HEATH [1]) im Wesentlichen eine reinigende; nach CIZANCOURT [2]) wirkt ein Gemenge von Kohle und Braunstein durch Bildung von Kohlenoxydgas, welches flüssiger Stahl absorbirt, günstig (S. 715).

Brennmaterial und feuerfeste Gefässe.

Die nothwendige Abhaltung der Luft beim Umschmelzen des Stahls macht die Anwendung geschlossener Gefässe erforderlich und bei der hervorzubringenden hohen, der stärksten Schweissofenhitze entsprechenden Schmelztemperatur (an 1900°) sind deshalb in ökonomischer Beziehung der Preis des Brennmaterials und der feuerfesten, höchst sorgfältig herzustellenden Gefässe wesentliche Factoren. Die Fortschritte, welche man bei der Gussstahlfabrikation gemacht, bestehen hauptsächlich in einer Ersparung an Brennmaterial durch Vergrösserung der Schmelztiegel und ihrer Zahl, sowie der Oefen, letzterer sowohl bei Koks-, als namentlich bei Steinkohlenfeuerung, besonders aber durch Anwendung der SIEMENS'schen Regenerator-Gasöfen.

Directes Flammofenschmelzen i. Vergleich zu Tiegelschmelzen.

Wie wichtig es wäre, grössere Mengen Stahl direct in Flammöfen statt nach der jetzigen kostspieligen Methode in Tiegeln umzuschmelzen, weisen nachstehende, sich auf letztere beziehende Zahlen nach. [3])

Der Preis des Gussstahls ist fast der anderthalbfache bis doppelte von dem seines ursprünglichen Rohmaterials (Gussstahl à Zollcentner 20 Thlr., Edelstahl 14 Thlr., Cementstahl 12 Thlr., Puddelstahl 10 Thlr.). Man verbraucht auf 1 Zollcentner Gussstahl an Koks auf englischen Werken, z. B. in Yorkshire 320, in Frankreich 300—500, in Westphalen 250—300, zu Döhlen bei Dresden 550, zu Carlswerk bei Neustadt-Eberswalde 300 Pfd., zur Sollinger Hütte 33 Cbfss. à 20 Pfd. = 660 Pfd. Es kostet 1 Ctr. Koks in England $7^1/_8$ — 10, in Frankreich 20 — 25, in Belgien $8^1/_2$ bis 22, in Westphalen 10 — 18, in Berlin $15^1/_2$ — 17 Sgr., wonach auf 1 Ctr. Gussstahl für Koks kommen: in England

1) DINGL. Bd. 75. S. 472; Bd. 133. S. 107.
2) Ann. d. min. 5 livr. 1863.
3) Berggeist 1859. No. 92.

24—32, in Frankreich 60—125, in Belgien 32—40 und in Westphalen 25—54 Sgr.

Die rohen Thone kosten pro 100 Zollpfund in Westphalen: englische und schottische 8—12, belgische 10—12, rheinische 5—6 Sgr. und 100 Pfd. verarbeitete Tiegel in Belgien 120, feuerfeste Steine 80 Sgr. Für Chargen von 30—60 Pfd. wird ein Tiegel 2—3, selten bis 6 Mal gebraucht und es kommen auf 100 Pfd. Gussstahl durchschnittlich 37 bis 40 Sgr. für Tiegel und feuerfeste Steine. Da bei der geringen Capacität der Tiegel eine grössere Anzahl derselben vorhanden sein muss, so wächst der Arbeitslohn sehr und es beträgt z. B. in England der Schmelzer- und Giesserlohn 29—35, in Frankreich 26—28, in Belgien 22—28, in Westphalen 15—25 Sgr. pro Centner. Für die weitere Verarbeitung des gegossenen Stahls gehen auch noch 30—40 Sgr. Kosten auf.

Unter diesen Umständen sind die mehrfach angestellten Versuche, den Stahl in einem Flammofen mit vertieftem Herde und unter einer neutralen, sehr flüssigen Schlacke (Kalk- und Mangansilicat) umzuschmelzen, zu rechtfertigen, z. B. von JOHNSON [1]), von PETIT, GAUDET et Comp. [2]), von BARRAULT [3]) und von SUDRE [4]) zu Montataire. Bei den meisten dieser Versuche stellte sich eine rasche Abnutzung der Herdsohle und Ofenwände, eine Ungleichmässigkeit der Arbeit und der Producte, eine zu starke Hitze am Fuchse und eine weniger starke an der Sohle des Flammofens heraus. Wollte man letztere erhöhen, so mussten kleinere Chargen genommen werden, womit der Hauptvorzug des Flammofens verloren ging. Nach BARRAULT verbrauchte man auf 100 Pfd. Gussstahl immer noch 300 Pfd. Steinkohlen und auch zu Montataire (§. 143) kam man nicht zu Chargen über 400—600 Kilogr.

1) DINGL. Bd. 159. S. 107. — B. u. h. Ztg. 1860. S. 371. — HARTMANN, Fortschr. III, 353 (mit Zeichnungen).
2) GRUNER ET LAN, état présent etc. p. 779.
3) B. u. h. Ztg. 1859. S. 409; 1861. S. 407.
4) Ann. d. min. 6 sér. 2 livr. de 1862. — DINGL. Bd. 154. S. 107; Bd. 167. S. 347. — Polyt. Centralbl. 1863. S. 872. — HARTMANN, Fortschr. VI, 251. — GRUNER ET LAN, état présent de la métallurgie du fer en Angleterre. 1862. p. 781.

Bei Anwendung von Steinkohlengas und heisser Luft [1]) sollen in 3 — 4 Stunden 20 Ctr. Stahl geschmolzen werden können, auf 100 Gussstahl nur 200 Steinkohlen gehen, sowie sämmtliche Kosten für Tiegel und $^2/_3$ derselben für feuerfeste Steine und über die Hälfte an Arbeitslohn und Gezäh gespart werden. Auch ist neuerdings von ZANDER [2]) für Oberschlesien das Stahlschmelzen in einem passend construirten Flammofen empfohlen worden.

Da es scheint, dass sich im Flammofen überall kein Stahl bester Qualität erzeugen lässt, so hat das Flammofenschmelzen der Erzeugung des Bessemerstahls gegenüber an Wichtigkeit verloren.

Erfordernisse beim Giessen.

Der Stahlguss [3]) bildet eine der wichtigsten Operationen bei der ganzen Arbeit und bedarf es dabei zur Erzielung dichter und gut schweissbarer Güsse gewisser Vorsichtsmassregeln. Es absorbirt nämlich der flüssige Stahl, worauf neuerdings besonders CIZANCOURT [4]) aufmerksam gemacht und eine Stahlbildungstheorie gegründet hat, um so mehr Gase, bei je höherer Temperatur er geschmolzen, und entlässt dieselben bei der Abkühlung bis zu einem gewissen Grade, je nach seinem Kohlenstoffgehalte, unter mehr oder weniger starkem Funkenwerfen (stärker, als bei Roheisen in Folge vieler verbrennender Metalltheilchen) und Bildung von Blasen entweder nur am Ende des Gussstückes oder in dessen ganzer Länge, indem beim Giessen in die Formen die Oberfläche des Metalles bis zur Erstarrung durch die Gasentwicklung mehr oder weniger in Bewegung gesetzt wird. Am wenigsten Poren zeigt der harte, z. B. aus Cementstahl dargestellte Gussstahl, die Entwicklung der Gasblasen ist nicht sehr stark, die Oberfläche senkt sich beim Erstarren, bricht endlich in der Mitte durch und erhält hier ein Loch. Weit mehr Gasblasen entwickelt weicher geschmolzener Stahl, er wallt beim Eingiessen in die Formen um so mehr auf, je weicher er ist, und steigt beim Erkalten

---

1) Berggeist 1859. No. 92.
2) Preuss. Ztschr. XI, 291; 1863.
3) HARTMANN, Fortschr. III, 356.
4) Ann. d. min. 5 livr. de 1863. p. 225. — B. u. h. Ztg. 1864.

in den Formen, so dass man dieselben zur Verhütung eines Ausfliessens bedecken muss. Noch heftiger steigt in den Formen verbranntes geschmolzenes Eisen, das Zwischenproduct beim englischen Bessemern (S. 656). Dass harter Stahl weniger Gase absorbirt und sie dann vollständiger, als weicher und ohne zu steigen, entlässt, liegt in seinem niedrigeren Schmelzpunct, ferner weil er längere Zeit flüssig bleibt und dann plötzlich fest wird, während der eine höhere Schmelztemperatur erfordernde weiche Stahl beim Erstarren aus dem flüssigen Zustand durch einen teigigen erst in den festen übergeht und dadurch dem Entweichen der Gase Hindernisse entgegenstellt, so dass dabei ein stärkeres Aufwallen, ein Steigen und eine Blasenbildung im Innern der Masse eintritt. Wird der Zutritt von oxydirenden Gasen (Luft, Kohlensäure) zum Innern ausgeschlossen, so lässt sich solcher blasiger Stahl durch Schweissen und Hämmern dicht machen; oxydiren sich aber die Blasenwandungen, so ist dieses nicht möglich. Eine solche Oxydation tritt um so leichter ein, je schwächer der Stahl gekohlt ist.

Ueber die Natur und Entstehungsweise der absorbirten Gase herrschen noch verschiedene Ansichten. Nach Einigen soll der Sauerstoff der Luft, welche beim Eingiessen des Stahls in die Formen mitgerissen wird, oder eingemengte Schlackenpartien den Kohlenstoff des Stahls oder der Schwärze in den Formen oxydiren und Kohlenoxydgas bilden. Ist gleich ein derartiger Vorgang nicht völlig ausgeschlossen, so deutet doch die reichliche Menge Gas, welches beim Entweichen mit blauer Flamme verbrennt, darauf hin, dass der flüssige Stahl wahrscheinlich Kohlenoxydgas in grösserer Menge — wie z. B. Silber und Bleiglätte Sauerstoff — absorbirt, wenn es im Schmelzraume vorwaltend vorhanden ist, und der Stahl dann beim Entweichen desselben unter der Abkühlung gegen den Zutritt der Luft geschützt ist.

Sind im Schmelzraume Kohlensäure und freie Luft vorhanden, so können auch diese absorbirt werden, führen dann aber eine Oxydation des Kohlenstoffs und selbst des Eisens an den Blasenwandungen herbei und geben einen weicheren, blasenreicheren Stahl, der durch Schweissen und Hämmern nicht ganz wird. Das beim Bessemern entstehende ver-

brannte Eisen ist reich an Sauerstoff und völlig unstreckbar. Soll beim Umschmelzen der Stahl seinen Härtegrad beibehalten, so muss man kohlehaltige Substanzen zusetzen; erfahrungsmässig ist nach CIZANCOURT ein Gemenge von Braunstein und Kohle, letztere im Ueberschuss, noch wirksamer, weil sich dabei Kohlenoxydgas in reichlicher Menge bildet, dieses vom Stahl absorbirt wird und den Kohlenstoff desselben vor der Einwirkung sauerstoffhaltiger Gase des Schmelzherdes und dem Einflusse der Luft beim Giessen schützt. Vielleicht ist das Kohlenoxydgas mehr oder weniger mit Stickgas gemengt. Der Zutritt des Kohlenoxydgas zum flüssigen Stahl ist bei dem nicht vollkommnen Schliessen der Tiegeldeckel möglich; nach MALMEDIE hat auch die Beschaffenheit des Tiegels selbst Einfluss auf die Porosität des Stahls.

Als Mittel zur Erzielung möglichst dichter Güsse wendet man an:

a) Das Giessen des Stahls bei einer gewissen, nicht zu hohen Temperatur, wobei die absorbirten Gase grossentheils schon entwichen sind. Bei zu grosser Hitzigkeit giesst man ihn, damit er nicht steigt, langsam in dünnem Strahl in die Form, im entgegengesetzten Falle rascher in stärkerem Strahl. Beim langsamen Giessen vermindert sich auch die Menge der mitgerissenen atmosphärischen Luft und sie erhält Zeit, wieder zu entweichen, ohne ein Aufwallen des Metalles zu bewirken.

b) Das passende Erwärmen der eisernen Gussform, welches bei der hohen Temperatur des in dieselbe eintretenden Stahls ein zu starkes Schwinden desselben und somit die Bildung von hohlen Räumen im Innern verhüten soll.

c) Das sofortige Schliessen der Form nach dem Gusse, um den Luftzutritt abzuhalten und auf mechanischem Wege durch Druck das Entweichen der Gase und ein Steigen der Masse zu verhüten. Trotzdem bildet sich bei hartem Stahl doch in der Mitte ein Loch, dagegen hat das Bedecken bei Stahl von mittlerer Härte einen bessern Erfolg, ist aber bei verbranntem Eisen (vom Bessemern) ganz nutzlos.

d) MUSHET [1]) giesst, um das Blasigwerden des oberen Theils des Barrens zu verhüten, mittelst einer Thonröhre noch einen verlornen Kopf darauf.

Der mehr oder weniger nach dem Giessen schwindende Stahl nimmt eine eigenthümliche krystallinische Textur an und durch das Schwinden an Festigkeit ab. Der Bruch erscheint körnig und uneben, und bei schräg darauf fallendem Lichte sieht man deutlich eine regelmässig schuppigfadige Bildung, wobei die Faden rechtwinklig gegen die äussere Oberfläche laufen.

Die Schwierigkeiten, einen gleichmässigen Guss zu erhalten, steigern sich mit der Grösse des Gussstückes und es bedarf dazu einer mechanischen tactmässigen Dressur der Arbeiter beim Entleeren der Tiegel. Als Meister in Herstellung eines blasenfreien, dichten Gusses haben sich auf der letzten Londoner Industrie-Ausstellung KRUPP in Essen [2]) und die Bochumer Gussstahlfabrik [3]) gezeigt. Besonders in der Erzeugung und weiteren Behandlung grösserer Gussstahlmassen hat man neuerdings wesentliche Fortschritte gemacht, indem man Puddelstahl als Rohmaterial, sowie grössere Tiegel und grössere Oefen anwendet und letztere in grösserer Anzahl mit einem gemeinschaftlichen sehr hohen, schärfer ziehenden Schornstein verbindet.

Der krystallinische, mehr oder weniger blasige Gussstahl bedarf noch einer mechanischen Bearbeitung unter Hammer oder Walzen, um ihn dicht und fest zu machen. Dabei kann man demselben in der Form die ungefähre Gestalt des daraus zu erzielenden Gegenstandes geben. Weniger dünnflüssig, als Roheisen, gibt er keine so scharfen Conturen und schwindet stärker; da er rascher erstarrt, müssen die Formen möglichst schnell gefüllt und Schlackentheile zurückgehalten werden, weil es zu ihrer Absonderung in der Form an Zeit fehlt.

Prüfung des Gussstahls.

RESCH [3]) empfiehlt nachstehende Proben zur Beurtheilung der Qualität des Gussstahls auszuführen, und zwar:

1) HARTMANN, Fortschr. VI, 254.
2) Leoben. Jahrb. 1852. II, 177; 1863. XII, 66.
3) Ibid. XII, 69.
4) Oesterr. Ztschr. 1864. S. 51.

1) Zur Untersuchung der ersten und wichtigsten Eigenschaft des Gussstahls, seiner Gleichartigkeit:

a) Man löscht ein gut abgeschmiedetes Stück harten Gussstahls von $^5/_4$ Zoll im Quadrat schweisswarm in Wasser ab, wobei dasselbe unter vollständiger Abwerfung des Sinters mit reiner lichter Oberfläche und nach einiger Zeit auch ohne Sprünge erscheinen muss.

b) Die Schärfe eines aus hartem Gussstahl hergestellten Drehstahls, Hobeleisens, Steinmeissels etc. darf beim Gebrauche keine ungleiche Abnutzung zeigen.

c) Taucht man eine im Querschnitt keilförmige, messerartige Lamelle weichen Gussstahls von etwa 30 Zoll Länge kirschroth mit dem dickeren Rücken zuerst horizontal in kaltes Wasser, dann vertikal ganz ein und führt sie mit dem dickeren Rücken vorweg spiralförmig darin umher, so darf sie nach dem Erkalten nicht verzogen sein oder muss sich, wenn sie etwas verzogen ist, ohne abzuspringen leicht richten lassen, und zwar vollständig nach dem Anlassen.

d) Der Bruch darf weder bei hartem, noch bei weichem Gussstahl eine Texturverschiedenheit zeigen, wenn man einen Gegenstand safrangelb erhitzt, langsam erkalten lässt, einen Einhieb macht und ein Stück mit einem schweren Hammer rasch abschlägt. Da selbst von ungleichartigem schlechten Gussstahl durch vieles Hämmern das Korn fein wird, so ist bei dieser Probe ein vorheriges Ablassen nöthig.

e) Ein prismatisch und flach geschmiedetes Stück erhitzt man jedes hellroth und härtet beide rasch, so muss die Oberfläche frei von Rissen sein.

f) Es muss die Textur völlig gleichartig sein, wenn man ein blank polirtes Stück in verdünnte Salzsäure taucht und dann die Oberfläche reinigt; bei ungleicher Beschaffenheit werden die härteren Stellen früher dunkel, als die weichen.

2) Zur Untersuchung seiner Festigkeit und Zähigkeit:

a) Man beobachtet die Textur, indem z. B. eine gewalzte Gussstahlstange hellroth gehärtet, abgetrocknet, an einem Ende kalt mittelst eines Schröters eingehauen und rasch abgebrochen wird, wobei der Bruch ein gleiches feinkörniges Gefüge zeigen muss. Weder im ursprünglichen ungehärteten

Zustande, noch nach dem Anlaufenlassen der gehärteten Stange bis zum Purpurroth und langsamen Erkalten darf sie ein lichtes und sehniges Gefüge haben, sondern dieses muss feinblättrig sein. Grobe und gar schuppige Körner deuten einen mürben, kurze grobe Sehnen mit eckigen Körnern statt eines feinblättrigen Gefüges einen wenig festen und wenig zähen Stahl an. Kein deutlich grauer, sondern ein weissschimmernder Bruch spricht für Annäherung an Stabeisen.

b) Wird ein safrangelb erhitztes Stück harter Gussstahl bis zum nur dunkeln Glühen gehämmert, so muss es, ohne aus einander zu gehen oder Kantenrisse zu erhalten, ganz bleiben. Lässt sich der harte Stahl in der Gelbhitze noch hämmern, wird aber beim Sinken dieser Temperatur bis Rosenroth unganz (stört sich), so ist er rothbrüchig, dagegen spröde, kaltbrüchig, wenn sich bei weiterer Erniedrigung der Temperatur Kantenrisse zeigen. Weicher Gussstahl, in safrangelber Hitze abgeschmiedet, umgebogen und zusammengeschlagen, muss ganz bleiben.

c) Der weiche Gussstahl ist um so dehnbarer, je breiter er sich im Verhältniss zu seiner Dicke auswalzen lässt, und um so elastischer, je kürzer im Verhältniss zur Lamellenstärke der Krümmungshalbmesser ist, wenn man schwache Lamellen in einen vollständigen Halbkreis zu biegen versucht.

3) Zur Untersuchung seiner Naturhärte und seiner Härtefähigkeit verbunden mit der erforderlichen Zähigkeit.

a) Die natürliche, ins Umschmelzen zu Gussstahl mitgebrachte Härte hängt zuerst von dem Kohlenstoffgehalte ab und steht wieder mit der richtigen Härtung im engen Zusammenhange. Der beste harte Gussstahl erhält seine erforderliche Härte dann, wenn man ihn bloss rosenroth (hellroth) abzulöschen braucht, während weicher Stahl seine grösste Härte bei Kirschroth erreicht. Harter, ordinärer, unverlässlicher Gussstahl verlangt von der Hellrothgluth aufwärts safrangelbe bis schweisswarme Hitzen zur erforderlichen Härtung. Der beste weiche Gussstahl, von welchem man keine besondere Härte, wohl aber grosse Zähigkeit und Elasticität verlangt, wird von der kirschrothen Hitze abwärts bei Braun- und Dunkelroth abgelöscht.

b) Harter Gussstahl wird zu einem Dreheisen ausgeschmiedet, an einem Ende ganz rechtwinklig durch anhaltendes Nasshämmern abgerichtet, diese Bearbeitung bis zum Verschwinden des Glühens fortgesetzt und dann der Drehstahl abgelöscht. Schleift man alsdann die Endkanten, erhitzt hier den Stahl hellroth und härtet ihn, so muss er eine Hartwalze angreifen, ohne auszuspringen oder bald stumpfe Kanten zu erhalten. Wird das zweite Ende desselben Stahls ohne Nass- und Dichtschmieden schneidig hergerichtet, löscht man es kirschroth ab und schleift es, so darf diese Drehschneide am grauen Guss- oder gewöhnlichen Stabeisen, sowie am ungehärteten Stahl sich weder leicht abnutzen, noch abspringen.

c) Ein nicht stark gehämmertes, am besten ein gewalztes, etwas flaches Stück, z. B. Meisselstahl — da durch starkes Hämmern auch ein minderer Gussstahl dichter wird, ein feineres Korn erhält und dann auch eine geringere Hitze zum Härten braucht — soll im Feuer zu einem schneidigen, spitzwinkligen Meissel geschärft, braunroth erhitzt und gehärtet, an der Schneide nur so viel Härte besitzen, dass derselbe noch Schmiedeeisen angreift und mit einem Hammer die Schneide sich noch etwas einschlagen lässt, ohne abzuspringen. Letzteres darf auch nicht der Fall sein, wenn man beim Abhärten in der Kirschrothgluth hartes Gusseisen mit dem Meissel bearbeitet.

d) Beim Härten, welches ein practisches Auge zum Treffen der meist bei Rosenroth und Kirschroth liegenden Härtehitze erfordert, ist Nachstehendes genau zu beobachten: damit durch Entstehung eines hohlen Feuers der Wind nicht auf das Stück einwirkt, muss man nur kleine und gleiche Kohlen ins Feuer bringen und diese müssen sich sämmtlich in voller Gluth befinden, um das Stück rasch und gleichförmig zu erhitzen; bei ungleich starken Stücken erwärmt man die dickeren Theile zuerst und bei grossen und langen muss man sehr gleichmässig und vorsichtig im Feuer hin und her fahren; die erforderliche Härtehitze mit ihrer Characterfarbe muss der Gussstahl noch im Feuer bei einer halben Dunkelheit des Ortes zeigen; die Menge des nicht unter 0^{0} kalten Härtewassers muss im Verhältniss der Stahl-

menge stehen, damit es nicht warm wird und sich durch eigenen Druck gut an das zu härtende Stück anlegt, indem kleine Wassermengen durch Dampfbildung leicht zurück geworfen werden; beim Einwerfen des Härtestücks auf den Boden des Gefässes findet an den Berührungsstellen mit demselben keine vollständige Härtung statt.

e) Beim Anlassen des gehärteten Stahls beobachtet man mit steigenden Temperaturgraden die bekannten 5 Anlauffarben: Hell-, stroh- oder hafergelb, dunkelgelb oder braun, purpurroth, hellblau und dunkelblau. Beim harten Gussstahl darf man zur Erreichung des zweckmässigsten Härtegrades und der damit verbundenen Festigkeit nur die erste oder zweite Anlauffarbe anwenden, weil, je höher hinauf gegen Dunkelblau das Anlaufen geschehen muss, das Härten um so fehlerhafter und schädlicher war und der Artikel desto unverlässiger wird. Bei weichem Gussstahl können höhere Anlauffarben zur Anwendung kommen.

Beim Anlassen muss zur richtigen Beurtheilung der dem Zwecke und der Stahlgattung entsprechenden Anlauffarbe die Waare blank polirt sein, diese in einem mit gleichmässigen Kohlen genährten, reinen Feuer gleichförmig erhitzt und die Anlauffarbe noch im Feuer selbst beobachtet werden.

§. 140. Materialien für die Gussstahlbereitung. Man bedarf:

Roher Stahl.

1) Rohen Stahl. Das vorzüglichste Material für den Instrumenten- und Werkzeugstahl ist aus angegebenen Gründen (S. 710) aus gutem Stabeisen dargestellter Cementstahl, mittelst welches man ohne besondere Zusätze je nach seinem Kohlungszustande die erforderliche Gussstahlqualität erzielen kann. Gut sortirter Herdstahl (S. 593) gibt zwar ein gleich gutes Product, aber zur Erzielung verschiedener weicherer und härterer Sorten bedarfs dann eines Zusatzes von Stabeisen oder von Kohle oder von weissem, sehr reinem Roheisen. Puddelstahl ist das Hauptmaterial für Bereitung von Massen- oder Maschinengussstahl, liefert aber auch in den besseren Qualitäten für sich oder im Gemenge mit Rohstahl einen guten Werkzeugstahl.

Die gehärteten Stahlstangen von etwa $^3/_4$ Zoll im Quadrat werden in 8—10 Zoll lange Stücke zerschlagen und nach

dem Bruch- und Oberflächenansehn sortirt. Rohstahl (S. 600) ist weniger leicht zu sortiren, als Cementstahl. [1]) Letzterer pflegt vom Boden der Cementirkästen weg grobkörniger als von der Oberfläche zu sein und um so weisser und matter auf dem Bruche, je stärker er gekohlt. Eine glänzende, ins Bläuliche spielende Bruchfarbe deutet auf geringe Cementation. Je mehr Blasen der Stahl zeigt, um so schlechter pflegte das Cementeisen ausgeschmiedet zu sein, indem sein grösserer Schlackengehalt die Kohlenoxydgasbildung befördert.

Die sortirten Stahlstäbchen werden mittelst eines schweren Handhammers auf einem mit dem Querschnitt der Stangen entsprechenden Rinnen versehenen Gussstahlambos in 2—3 Zoll lange Stücke zerschlagen, auch stellt man wohl längere Stücke senkrecht an die Tiegelwandungen.

Brennstoffe.

2) Brennmaterialien. Es kommt beim Stahlschmelzen nicht allein darauf an, die erforderliche Schmelzhitze zu erzeugen, sondern diese so rasch als möglich hervorzubringen, weil die Schmelzung nicht früher stattfindet, so lange Schmelzhitze nicht vorhanden.

Weicher Stahl erfordert eine grössere Hitze, als kohlenstoffreicherer harter, und hat somit die zu erzielende Stahlqualität einen wesentlichen Einfluss auf den Brennmaterialverbrauch, sowie auch auf andere Puncte.

Koks.

Das wegen seines hohen pyrometrischen Wärmeeffectes am häufigsten angewandte Brennmaterial ist Koks, möglichst aschenfrei und dicht und ohne zu viel beigemengtes Klein (England, Westphalen etc.). Bei Anwendung von Unterwind in den Kokszugöfen findet die Verbrennung ungleichmässiger, als bei blosser Zugluft statt, indem sich der Rost leichter und ungleichmässig zuschlackt, schwieriger reinigen lässt und die Schlacke Düsen bildet, durch welche der Wind gegen die Tiegel strömt und sie zerstört. Man braucht auf 100 Pfd. Stahl zu Anfang des Schmelzens $2\frac{1}{2}$ bis 3, gegen das Ende, wenn sich der Ofen stark erweitert hat, $3\frac{1}{4}$—$3\frac{1}{2}$ Ctr. Koks.

Holzkohlen.

Holzkohlen, früher in Oesterreich [2]) allgemein ange-

1) Resch, Rohmaterial zu einem vorzüglichen Gussstahl: Oesterr. Ztschr. 1864. No. 16.

1) Vordernberg. Jahrb. 1843. III; 1846. VI. — Leoben. Jahrb. 1857. VI, 86. — Gruner et Lan, état présent etc. 1862. p. 760.

wandt, geben bei Zugluft nur schwierig die erforderliche Hitze, wohl aber unter bedeutender Ersparung an Brennmaterial bei Anwendung von erhitztem Unterwind. Man braucht pro Centner Rohguss 200—226 Pfd. Fichtenkohlen und bei während einer Woche ununterbrochenem Betriebe nur 150—175 Pfd.

Steinkohlen.

Steinkohlen, und zwar fette aschenarme haben seit einigen Jahren in Frankreich [1]) bei Zuführung von Unterwind vortheilhafte Anwendung gefunden, nur muss durch passende Stellung des Fuchses die Flamme besonders um den untern Theil des Tiegels herumgeführt werden, weil sonst ungeschmolzene Stahlklumpen auf dessen Boden zurückbleiben. Die Steinkohlenfeuerung lässt eine grössere Anzahl Schmelztiegel zu, die Arbeit ist weniger beschwerlich und die Ueberhitze kann zur Dampferzeugung benutzt werden. Auf 1 geschmolzenen Stahl gehen 3,2—4,5 Steinkohlen.

Braunkohlen.

Braunkohlen in rohem Zustande haben bei einzelnen Versuchsschmelzungen hier und dort sich wohl bewährt, sind aber nicht zur allgemeinen Anwendung gekommen; desgleichen nicht Holz, wovon man zur Erreichung eines ähnlichen Effects in gleicher Zeit wenigstens doppelt so viel verbrennen müsste, als von Steinkohlen.

Holz.

Brennbare Gase.

Brennbare Gase, in Frankreich [2]) zu Allevard aus Anthracit und zu Firminy aus Koks erzeugt, gaben wegen schwieriger Leitung des Generatorbetriebes keine erwünschten Resultate. Neuerdings ist aber das Problem einer solchen Gasanwendung in den SIEMENS'schen Regeneratoröfen [3]) gelöst, indem man sowohl die brennbaren Gase, als die Verbrennungsluft nach dem Regeneratorprincip (I. 652) erhitzt. Auf den MAYR'schen Werken [4]) in Leoben werden dieselben mit Braunkohlen gespeist, wovon 2—3 Ctr. auf 1 Ctr. Rohstahlguss gehen. Unter grosser Brennstoffersparung ist auf diese Weise die Anwendung der Braunkohle ermöglicht, obgleich

---

1) JULLIEN, Eisenhüttenkunde. Deutsch v. HARTMANN. 1861. S. 284. GRUNER ET LAN, état présent etc. p. 753.
2) GRUNER ET LAN, état présent etc. p. 766.
3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 273. — Mittheil. des Hannov. Gew.-Ver 1863. No. 1.
4) TUNNER, Leoben. Jahrb. 1863. XII, 71.

die Oefen in ihrer gegenwärtigen Gestalt nicht ohne Fehler sind. Namentlich ist die Regulirung der Temperatur nicht so leicht und sicher, als bei den gewöhnlichen Gussstahlöfen, und die Hitze im Gewölbe sehr hoch, während sie an dem unteren Theil der Tiegel fehlt. Zu Döhlen bei Dresden gehen auf 1 Ctr. Rohguss 3—4 Scheffel böhmische Braunkohlen.

Zuschläge.

3) Zuschläge. Als solche wendet man unter anderen an:

a) Holzkohle in kleinen Stückchen, durch Sieben von leicht verbrennlichem Staub getrennt, zur Herstellung härterer, schmelzbarerer, aber weniger schweissbarer Stahlsorten; auch ist Graphit[1]) als Carbonisationsmittel angewandt. Die zu nehmende Kohlenmenge richtet sich nach der aus dem Bruchansehn etc. zu erkennenden Stahlqualität, sowie nach der Beschaffenheit des zu erzielenden Productes. Die Erfahrung gibt hierbei allein die Richtschnur. Zur Sollingerhütte im Hannoverschen erhält Herdstahl einen Zusatz von $^1/_{120}$ und bis $^1/_{90}$ Birkenkohle, je nachdem man schweissbaren oder unschweissbaren Gussstahl erhalten will. Ersterer lässt sich besser und mit weniger Mühe mit Eisen zusammenschweissen, als der englische Gussstahl, und gibt feine und dauerhafte Schneiden; letzterer ist für sämmtliche Messerarbeiten ausgezeichnet gefunden, nicht aber z. B. zu Feilen, da zu harte Feilen leicht ausspringen.

b) Weisses Roheisen, zur Erzeugung härterer Stahlsorten; je mehr man davon zusetzt, um so mehr kommt die nachtheilige Wirkung der fremden Beimengungen desselben zum Vorschein.

c) Stabeisen zur Erzielung weicheren Stahls.

d) Wolfram (S. 710), Mangan (S. 710), z. B. das HEATH'sche Mangancarburet (S. 711) etc. sollen die Zähigkeit und Härte des Stahls oder nur letztere erhöhen.[2]) TALABOT und STIRLING[3]) setzen einem zu stark gekohlten und spröden Cementstahl Metalloxyde (Eisenoxyd, Zinkoxyd,

1) Oesterr. Ztschr. 1856. S. 245, 414.
2) CARON in DINGL. Bd. 172. S. 43.
3) DINGL. Bd. 132. S. 201.

Manganoxyd) in verschiedenen Verhältnissen zu, um Gussstahl von bestimmten Eigenschaften zu erhalten.

§. 141. Apparate und Geräthschaften. Es gehören hierher hauptsächlich:

Schmelzöfen.

1) Schmelzöfen. Die ältesten Oefen in England waren um die Mitte des vorigen Jahrhunderts mit Koks gespeiste Zugöfen für einen Tiegel, welche dann später (gegen 1780 besonders durch CLOUET, CHALUT u. A.) bis für 4 Tiegel vorgerichtet wurden. In Frankreich waren bis 1830 nur 2tiegelige Koksöfen (Doppelöfen) von der englischen Einrichtung in Anwendung, während man sich in Oesterreich gegen 1840 der Holzkohlenöfen bediente und zur Ersparung von Brennmaterial und Schmelzkosten die Oefen und ihre Tiegelzahl vergrösserte, heissen Unterwind zuführte, die Ueberhitze benutzte u. dgl. m. Um 1851 führte man in Frankreich die Steinkohlenfeuerung mit Unterwind ein und vermehrte die Tiegelzahl allmälig von 2 auf 6, 8 und 10. Erst durch SIEMENS ist die Gasfeuerung neuerdings bei der Gussstahlbereitung zur Geltung gebracht und dabei die Anzahl der Tiegel auf 12—20 erhöht.

Wie bereits (S. 711) bemerkt, sind statt der Gefässöfen neuerdings auch Flammöfen ohne Tiegel versucht worden.

Gefässöfen.

A. Schmelzgefässofen. Diese zerfallen je nach dem zur Verwendung kommenden Brennmaterial in:

Holzkohlenöfen.

a) Holzkohlenöfen. In Oesterreich (S. 721) fassten die älteren quadratischen Zugöfen von 1 — 1,3 Met. Seite, 0,65 — 0,66 Met. Höhe bei einem 12 — 13 Met. hohen und 0,35 — 0,40 Met. weiten quadratischen Schornstein 9 Tiegel von 0,18 Met. lichter Weite und 0,45 Met. Höhe mit 16 bis 18 Kil. Capacität und man verbrauchte auf 1 Theil geschmolzenen Stahl 10—12 Theile Holzkohle und bei 15 oder 20 Tiegeln 8—9 Theile.

Durch Anwendung eines MÜLLER'schen Heizpultes (I. 340) mit 28 Löchern à $^3/_4$ Zoll Weite, von heissem Unterwind mit 8—10 Linien Pressung und 100—280° C. Temperatur, sowie durch Benutzung der abgehenden Hitze zum Vorwärmen der beladenen Tiegel und der Verbrennungsluft (z. B. zu Hirschwang bei Reichenau) hat man den Brennmaterialverbrauch bei Tagesbetrieb auf 200—226 und bei continuir-

lichem Wochenbetrieb auf 150—175 Pfd. pro Centner Rohguss herabgebracht. Ein Ofen fasst 6—7 Tiegel, welche auf Untersätzen durch Aufstreuen von Thonmehl an 3 Stellen feststehen. Die Oefen haben zum Theil noch eine Haube von Kesselblech, innen mit feuerfestem Thon ausgekleidet.

Koksöfen.

b) Koksöfen für 1—4 Tiegel. Es nimmt zwar, je nachdem man 1, 2 oder 4 Tiegel anwendet, der Koksverbrauch in dem Verhältniss von 6—5 : 5,3—4 : 2,5—1,8 auf 1 geschmolzenen Stahl ab, aber bei den grösseren Oefen mit 4 Tiegeln strömt die Luft weniger gleichmässig durch den Rost, was auf die Dauer der Tiegel ungünstig einwirkt und ein geübteres Personal erfordert. Um bei 4 Tiegeln eine gleichmässige Verbrennung über die ganze Rostfläche herbeizuführen, gibt man einem Theil der Roststäbe geringere Dimensionen, als dem andern, so dass an den betreffenden Stellen verschieden weite Zwischenräume zur Luftzuführung entstehen. Während die Tiegel in den meist nur angewandten Doppelöfen 2—3 Schmelzungen aushalten, so lassen sie sich in Quadrupelöfen nur 2—2½mal anwenden und der Verlust an Tiegelbruch steigt auf 1—3%, weshalb man mit der Tiegelzahl überall nicht über 4—5 geht. Die Anwendung von Unterwind hebt diese Uebelstände nicht auf (S. 721). GRUNER und LAN [1]) berechnen die Schmelzkosten für 1000 Kil. geschmolzenen Stahl in Oefen mit 1, 2 und 4 Tiegeln zu resp. 203 bis 250, 160—195 und 131—172 Frs., wo sich die grösseren Zahlen auf die Darstellung eines weicheren kohlenstoffärmeren Stahls, die niederen auf einen kohlenstoffreicheren beziehen. Trotz des Abganges von 2—3% kann bei Erzeugung eines minderen billigeren Stahls dieser Verlust durch Brennmaterialersparung mehr als aufgewogen werden, bei den besten Stahlsorten aber nicht, weshalb man auf grösseren Werken je nach Umständen Doppel- und Quadrupelöfen neben einander anwendet.

Zugöfen.

Die Stahlschmelzöfen [2]) von quadratischem oder oblongem Querschnitt, häufig nach oben etwas zusammengezogen, haben

1) GRUNER ET LAN, état présent etc. p. 752.
2) Englische Oefen: DINGL. Bd. 92. S. 23. Taf. II. — PERCY, Metallurgy. II, 831.

von dem aus 5—6 und mehr Traillen gebildeten Rost bis zum Fuchs meist 0,80 und vom Rost bis zur Mündung 1 Met. Höhe, gleichviel ob für 1 oder 4 Tiegel. Der Querschnitt hat bei 1 Tiegel etwa 0,40 Met. Länge und Breite, bei 2 resp. 0,42 und 0,55, bei 4 resp. 0,55 und 0,55—0,60 Meter mit elliptischer Form. Höhe des mit einer Temperklappe versehenen, für einen Ofen bestimmten Schornsteins 10—12 Met. bei 0,4 Met. Seite des quadratischen Querschnitts; Breite des Fuchses 0,25 Met., Höhe desselben 0,22 Met., Länge 1—1,2 Met. Der mit Wassersumpf versehene Aschenfall muss behuf des Arbeitens unter dem Roste verhältnissmässig hoch sein (2—3 Met.). Man legt gewöhnlich mehrere Oefen zusammen und gibt denselben eine gemeinschaftliche Esse (es können vortheilhaft 50—60 Oefen mit einer 50—55 Met. hohen Esse in Verbindung stehen) oder ein jeder von 4 zusammengelegten Oefen hat eine besondere Esse in einem gemeinschaftlichen Mauerwerk, welches dann noch durch vertikale Luftcanäle gekühlt wird, die mit einem gemeinschaftlichen Luftzuführungscanal in Verbindung stehen (Sollinger Hütte). Neuere Sheffielder Oefen haben 3 F. Höhe bei durchweg quadratischem Querschnitt mit 3 F. 6 Z. Seite. Der 9 Z. hohe Fuchs geht 1 F. 8 Z. über dem Rost erst horizontal, dann treppenförmig ansteigend in die 15 Z. weite und über dem Fuchs 45 F. hohe Esse. Höhe des Aschenfalls $6\frac{1}{2}$ F.

Beispiele. Ein solcher Ofen (Taf. VIII. Fig. 226) hat nachstehende Einrichtung: *a* Ofenschacht mit ovalem oder oblongem Querschnitt mit abgerundeten Ecken für 2—4 Tiegel, entweder aus feuerfesten Steinen etwa 6 Z. stark hergestellt und diese mit weniger feuerfesten umgeben, oder nach Fox [1]) aus feuerfester Masse *b* nach einer elliptischen Chablone aufgestampft, zwischen welcher und dem Rauhgemäuer ein mit schlechten Wärmeleitern gefüllter Raum bleibt oder feste Mauerung *c* kommt. Auch umgibt man den Kernschacht wohl mit einem Luftcanal zur Abkühlung. *d* Rost. *e* Aschenfall. *f* Fuchs. *g* Esse. *h* Deckel, aus feuerfesten Thonplatten in einem Rahmen bestehend, welcher mit einer Hand-

1) B. u. h. Ztg 1862. S. 248.

habe *i* versehen ist. *k* Canal zur Regulirung des Zuges. Die Ofenmündung liegt im Niveau der Hüttensohle.

Taf. VIII. Fig. 227; Sollinger Ofen: *a* Ofenschacht. *b* Rost, mit 11 Roststäben, von denen 5 einen Querschnitt von $1^5/_8$ Z. im Quadrat und 6 einen solchen von $^3/_4$—1 Zoll im Quadrat haben. *c* Aschenfall, auf der Sohle mit einem Wassercanal. *d* Deckel aus feuerfesten Steinen, in einem schmiedeeisernen Rahmen mittelst zweier Schrauben zusammengehalten, zum Abziehen in horizontaler Richtung mit zwei Rollen und einer Oese zum Eingreifen eines Hakens versehen. *e* Fuchs. *f* Esse. *g* Temper am Draht *h*. Neben der Esse befindet sich ein vertikaler Luftcanal (S. 726).

Die Benutzung der Ueberhitze zur Dampferzeugung gewährt zwar eine Brennmaterialersparung, es kann dabei aber der Zug leiden.

Oefen mit Unterwind.

Jackson [1]) hat einen Doppelofen mit einem gemeinschaftlichen Aschenfall bei Anwendung von Unterwind und der Ueberhitze construirt, welcher wohlfeilere Construction, Beschleunigung und Erleichterung der Arbeit, Ersparung an Arbeitslöhnen und Brennmaterial, Verminderung des Abganges und Verbesserung des Productes gestatten soll (Bd. I. S. 537. Taf. XII. Fig. 294).

Steinkohlenöfen.

c) Steinkohlenöfen. Die schon zu Anfang dieses Jahrhunderts versuchten Steinkohlenöfen [2]) hatten die Gestalt der Glasöfen (ähnlich wie Fig. 299 auf Taf. XII. Bd. I). Zu beiden Seiten einer Feuerung standen je 2 Tiegel unter einem Gewölbe und die Gase entwichen durch Züge an den beiden langen Seiten des Ofens. Die Unbequemlichkeit des Eintragens der Tiegel von der Seite, sowie der grosse Aufwand an Brennmaterial veranlassten Clouet, im Isère- und Loiredepartement Flammöfen mit zur Seite liegendem Rost anzuwenden und unter diesen Unterwind zu leiten, wodurch ermöglicht wird, ohne Vergrösserung des Rostes die Herdsohle zu erweitern und die Anzahl der Tiegel zu vermehren, welche von oben oder von der Seite eingesetzt werden. Damit die Tiegel gleichmässig, namentlich unten

1) Hartmann, Fortschr. I, 455.
2) Gruner et Lan, état présent etc. p. 753. — Siderotechnik von Hassenfratz. 1812.

hinreichend erhitzt werden, bleibt zwischen Rost und Herd die Feuerbrücke weg, der Fuchs wird ins Niveau des Herdes gelegt und die Ecken der Sohle und des Fuchses, sowie die Verbindung von Rost und Herd verlaufen in parabolische Curven, welche die Hitze von den Wänden gegen die Tiegel reflectiren. Die abgehende Flamme benutzt man häufig zur Dampferzeugung, bringt dann aber zwischen dem Dampfkessel und dem Fuchs einen mit feuerfesten Substanzen theilweise gefüllten Raum an, um eine zu grosse Wärmestrahlung durch den Fuchs zu verhindern, damit die Schmelzung in den diesem zunächst stehenden hintern Tiegeln gleichzeitig mit der in den vordern Tiegeln eintritt.

Beispiele. CLOUET's Ofen hat nachstehende Dimensionen: Höhe des Gewölbes über dem Rost 0,95 Met., desgl. der Feuerbrücke 0,40 Met., desgl. der Thüröffnung 0,30 Met., desgl. über der Herdsohle 0,65 Met., Höhe der Tiegel mit Deckel ohne Untersätze 0,60 Met., Höhe des Fuchses 0,38 Met., Rost 0,75 Met. breit und lang, Herdsohle 1 Met. breit und 1,10 Met. lang, Aschenfall 1 Met. hoch mit 0,20 Met. weiter Windleitungsröhre, Windpressung 0,008 — 0,012 Meter Quecksilber.

Diese Ofenconstruction ist von JULLIEN, BOUCHÉ und BALLEFIN mehr oder weniger modificirt.[1])

Der von JULLIEN zu Lorette (Loire) erbaute Ofen hat nachstehende Einrichtung (Taf. VIII. Fig. 228, 229): *a* Feuerungsraum. *b* Aschenfall mit der Windzuführung durch *c*. *d* Rost. *e* Schüröffnung. *f* Tiegel, auf einer Sohle von Quarz etwas vertieft stehend. *g* Gichtdeckel. *h* Fuchs. *i* Raum mit feuerfesten Substanzen (Ziegeln, Quarz etc.) gefüllt, um die Wärmestrahlung durch *h* zu vermindern, wozu auch die Wand *k* dient. *l* Siederöhre. Nachdem die abgehende Flamme die Siederöhre *l* und den darüber liegenden Dampfkessel umspielt, tritt sie nach unten in einen Canal, welcher die verbrannten Gase in eine für 20 Oefen gemeinschaftliche Esse führt.

Zur Erhitzung einer noch grösseren Anzahl Tiegel, z. B.

1) JULLIEN, Eisenhüttenkunde. Deutsch von HARTMANN. 1861. S. 284. — GRUNER ET LAN c. l.

18, für grosse Güsse hat JACKSON[1]) verschiedene Constructionen (Bd. I. S. 537. Taf. XII. Fig. 299—301) angegeben.

Vergleichung der Koks- und Steinkohlenöfen.

Bei einer Vergleichung der Koks- und Steinkohlenöfen ergibt sich, dass der ökonomische Vortheil der letzteren vor ersteren mit 4 Tiegeln verschwindend klein ist, grösser aber, als bei Doppelkoksöfen. Die Steinkohlenöfen erfordern ein geübteres Arbeiterpersonal, die Hitze wird weniger vollständig ausgenutzt, die Unterhaltungskosten, sowie auch die Anlagekosten des Ofens sind bei gleicher Production höher, dagegen werden in Steinkohlenöfen die Tiegel mehr geschont (sie vertragen 4—5 Schmelzungen gegen $2^1/_2$—3) und die Production in derselben Zeit ist eine grössere (36—40 Ctr. in einer Operation), weshalb solche Oefen in grossen Giessereien für schwere Stücke vor den Koksöfen Vorzüge haben.

JULLIEN[2]) berechnet die Schmelzkosten für 100 Kil. Stahl bei Koksöfen mit 2 und 4 Tiegeln und bei Steinkohlenöfen mit 9 Tiegeln resp. zu 20,85, 17,00 und 15,57 Frs.

SIEMENS' Gasofen.

d) Gasöfen. Dieselben sind seit 1857 durch SIEMENS[3]) unter Anwendung des Regeneratorprincips (I. 651; III. 503) zur Geltung gebracht, bei welchem die Erzeugung der höchsten Temperaturen mit möglichster Brennmaterialersparung und Anwendung minderer Brennstoffe erstrebt und auch erreicht wird, obgleich die Stahlschmelzöfen noch einige Mängel (S. 723) besitzen.

Man erreicht den hohen Effect dadurch, dass mindere Brennstoffe in brennbare Gase verwandelt und diese, sowie die Verbrennungsluft in Regeneratoren stark erhitzt werden. Luft und Gase treten entweder von einer Seite auf den Schmelzherd, wie bei der von SCHEERER[4]) angegebenen Ofenconstruction, oder von verschiedenen Seiten und vereinigen sich dann erst auf dem Schmelzherd, wie bei der nachfolgenden einfacheren Construction (Taf. VIII. Fig. 230—231): Bei der gewählten Stellung der Ventile *a* und *b* treten die in

1) HARTMANN, Fortschr. 1858. I, 461.
2) JULLIEN c. l. p. 291.
3) B. u. h. Ztg. 1862. S. 273. — Leoben. Jahrb. XII, 71. — Mittheilungen des Hannov. Gew.-Vereins. 1863. No. 1. S. 42. — DINGL. Bd. 166. S. 272.
4) B. u. h. Ztg. 1862. S. 273. Taf. XIV. Fig. 1—4.

dem Generator *A* erzeugten brennbaren Gase durch den mit einem Register *c* versehenen Canal *d* in den Raum *e*, erhitzen sich beim Durchgang durch den mit glühenden Steinen versehenen Regenerator *f*, treten in den Raum *g* und von hier in den Schmelzraum *B*, auf welchem an 20 Schmelztiegel stehen. Die Verbrennungsluft gelangt aus dem Raum *C* durch den mit Register *h* versehenen Canal *i* bei der derzeitigen Ventilstellung *b* durch den Raum *x* in den Regenerator *k*, erhitzt sich darin, tritt durch *l* in dem Schmelzraum *B* mit den brennbaren Gasen zusammen und bildet eine Flamme. Diese zieht dem Herde entlang und theilt sich am Ende desselben nach beiden Seiten. Ein Theil der abgehenden heissen Gase passirt bei *y* den Regenerator *m*, erhitzt diesen, steigt nach unten in den Raum *n* und gelangt von da durch den Canal *o* in den zur 58 Fuss hohen Esse führenden Canal *D*. Ebenso ziehen die heissen Gase auf der andern Seite des Herdraumes *B* bei *z* durch den Regenerator *p*, den Raum *q* und den Canal *r* in den Hauptcanal *D*. Sobald die Regeneratoren *m* und *p* hinreichend erhitzt sind, verstellt man die Ventile *a* und *b*, worauf brennbare Gase aus *A* und kalte Luft aus *C* resp. durch die Regeneratoren *p* und *m* in den Schmelzraum *B* gelangen. Behuf des Einsetzens der Tiegel auf die Herdsohle ist das Gewölbe *s* des Schmelzraumes in einzelnen Theilen beweglich gemacht.

GROEBE's Gasgenerator (S. 514) ist auch für Gussstahlöfen empfohlen worden.

Gussstahl-Flammöfen.

B. Flammöfen ohne Tiegel (S. 711). Der neueste Versuchsofen zu Montataire (Taf. VIII. Fig. 236) enthält einen nach der Feuerbrücke hin geneigten Schmelzherd *a* und dahinter 2 Muffeln *b* zum Vorwärmen der Beschickungsmaterialien. Die Flamme zieht nach unten durch *c* in den Schornstein ab. Wesentlich ist behuf Erzielung der erforderlichen hohen Temperatur die Anwendung von bis zu 300° C. erhitztem Unterwind für die Steinkohlenfeuerung bei einem sehr niedrigen Herdgewölbe und einem Verhältniss der Rostfläche zur Herdfläche wie 1 : 1,6 bis 1 : 3. ZANDER (S. 713) hat Vorschläge zur Verbesserung dieser Schmelzöfen gemacht (siehe auch §. 143, 5).

2) Feuerfeste Tiegel. [1]) Auf die Darstellung der Tiegel muss die grösste Sorgfalt verwendet werden, da sie einen wesentlichen Einfluss auf das ökonomische Resultat des Prozesses ausüben und bei der abwechselnd sehr hohen und niedrigeren Temperatur, in die sie kommen, hohe Anforderungen daran gestellt werden. Bei der grösstmöglichsten Feuerbeständigkeit dürfen sie unter der Abkühlung nicht reissen, müssen fest und dicht und aus Substanzen angefertigt sein, welche an den Stahl keine verunreinigende oder verändernde Stoffe abgeben.

Erforderliche Eigenschaften

Die für Gussstahltiegel geeignetsten, feuerbeständigsten Thone sind nach C. Bischof [2]) solche, welche am thonerdehaltigsten, am wenigsten Sand beigemengt, sowie die wenigsten flussbildenden Substanzen enthalten. Nicht die Kieselsäure, sondern die Menge der Thonerde bedingt bei den höchsten Temperaturen die Feuerbeständigkeit. Hinsichtlich der Beförderung des Flusses sind Alkalien am schädlichsten, dann folgen Eisenoxydul, Kalk und am wenigsten schädlich ist Magnesia. Durch längeres Einsumpfen werden die Thone plastischer, homogener und feuerfester, indem dabei sowohl Alkalien, als auch ein grosser Theil Kieselsäure in löslicher Form austreten, also der Thon reicher an Thonerde wird.

Um das Schwinden des feuerfesten Thons zu vermindern und seine Feuerfestigkeit zu erhöhen, fügt man demselben Chamotte und Kohle in Gestalt von Koks- und Holzkohle oder von Graphit bei. Auch wendet man eigentliche Graphittiegel an (Oesterreich); der Graphit soll auf die Kohlung des Stahls ohne Wirkung sein. [3]) Je nach der Beschaffenheit des Thons und der Sorgfalt bei seiner Bearbeitung halten die Tiegel in Koks- und Holzkohlenöfen 1—3, in Steinkohlenöfen bis 5 Schmelzungen aus.

Der sorgfältig sortirte und gereinigte plastische Thon (Analysen von Gussstahltiegelthon, z. B. von Stourbridgethon, belgischem Thon, rheinischem Thon, Uslar'schem Thon etc.

Tiegelcompositionen.

1) Ueber Stahlschmelztiegel: Erdm., J. f. ökon. Chem. II, 108, 299; XIII, 363. — B. u. h. Ztg. 1845. S. 433; 1862. S. 116. — Oesterr. Ztschr. 1856. S. 245.

2) Erdm., J. f. pr. Chem. Bd. 91. S. 19.

3) Oesterr. Ztschr. 1856. S. 414.

I. 356) wird im lufttrocknen Zustande gemahlen oder gepocht, dann mit feingemahlenem, geglühtem und gebeuteltem Graphit oder bis zur Linsengrösse gepochten Holzkohlen oder Koksklein, sowie mit ebenfalls gemahlenen oder gepochten reinen Tiegelscherben oder aus Thon besonders gebrannter Chamotte trocken versetzt und mit Wasser angefeuchtet. Solche Compositionen sind z. B. in England [für 1 Tiegel] 5,22 Kil. Stourbridgethon, 5,22 Kil. Stanningtonthon, 5,43 Kil. Tiegelscherben, 0,05 Kil. Kokspulver; in Sheffield für einen Tiegel von 25 Pfd. Gewicht 15 Pfd. Derbyshire Thon, 7 Pfd. Stannington Thon, 2 Pfd. alte Tiegelscherben und 1 Pfd. gemahlene Cinder; auf französischen Werken 200 Kil. fetter Thon, 100 Kil. gebrannter Thon, 50 Kil. Tiegelscherben, 14 Kil. Graphit, 63 Kil. Wasser; auf rheinischen Werken 1 Thl. Regensburger Graphit, 1 Thl. Tiegelscherben und die zur Plasticität erforderliche Menge Mehlemer Thon; zur Sollinger Hütte 9 Himten à 31,15 Liter Uslar'scher Thon, 14 Himten gebrannter und gepochter Thon, 6 Himten Holzkohle.

Zubereitung des Thons. Die oberflächlich mit Wasser angefeuchtete Masse lässt man entweder etwa 1 Monat unter öfterem Treten oder Umstechen und Durchschlagen mit Keulen bis zur erforderlichen Gleichartigkeit und Plasticität in einem Kasten an einem feuchten Orte liegen, oder man thut sie mit dem nöthigen Wasser in eine Knetmaschine. In ersterem Falle wird die Masse noch zu wiederholten Malen mittelst eines Eisens zu ovalen Kuchen geschlagen, diese von der Seite her wieder zu einem Klumpen geballt (das Wellen) und letzterer mit dem Wellholz nach verschiedenen Richtungen gerollt und wieder zusammengedrückt, damit eine gleichmässige, von Luftblasen möglichst freie Masse erfolgt. Zum Austreiben der Luft werden die Ballen wohl in Form eines Prismas gedrückt, daraus eine Menge kleiner Stücke geschnitten, diese mit grosser Heftigkeit auf eine Gusseisenplatte geworfen und dabei wieder ein Ballen gebildet, indem man nach jedem Wurf mit dem Finger über die entstandene Fuge hinfährt. Diese Operation wird wohl nochmals wiederholt.

Formen der Tiegel. Das Formen der Tiegel (Taf. VIII. Fig. 235) geschieht auf englischen Werken meist durch Handarbeit mittelst Nonne (Taf. VIII. Fig. 232) und Mönchs von Eisen, Gussstahl oder Messing (Fig. 234). Erstere hat einen gesonderten, nach

innen aushebbaren Boden *a* mit einer Oeffnung *b*, in welche zur Geradführung des Mönchs ein am Boden des letzteren befindlicher Leitstift passt (Taf. VIII. Fig. 234). Man wirft einen Klumpen Thon in die geölte Nonne, drückt den geölten Mönch anfangs mit der Hand in den Thon und treibt ihn dann mit einem schweren Hammer ein, so dass der Leitstift durch die Bodenöffnung tritt. Auch befindet sich wohl am Mönch oberhalb eine in einer darüber befindlichen Mutter gehende Schraube mit zwei horizontalen Armen, welche in schwere Kugeln auslaufen. Mittelst letzterer wird, wie bei einer Prägmaschine, der Mönch auf und nieder geschleudert. Nachdem der ausgequetschte Thon abgestrichen, zieht man den Mönch heraus, löst den Rand des Tiegels mit einem Messer von der Form, wodurch gleichzeitig der Tiegel nach oben zusammengezogen wird, und lässt die an den Handhaben *d* niedergedrückte Nonne davon herabgleiten, während der Tiegel auf dem auf einen Klotz gestellten beweglichen Metallboden *a* stehen bleibt. Nachdem der Tiegel einige Consistenz gewonnen, wird der Boden sorgfältig weggenommen und die Oeffnung am Boden des Tiegels, vom Leitstift herrührend, sorgfältig verschlossen.

Auf deutschen, namentlich kleineren Werken (Sollinger Hütte) überkleidet man wohl die aus hartem Holze gefertigte, aus mehreren Theilen *b* bestehende und durch Ringe *c* zusammengehaltene Nonne *a* (Taf. VIII. Fig. 233) mit Leinwand, thut den zu einem Conus geballten abgewogenen Thon in dieselbe und treibt den hölzernen, mit einer bronzenen Kappe nebst Leitstift versehenen geölten Mönch (Taf. VIII. Fig. 234) unter stetem Drehen mittelst einer Handramme ein, wobei der überflüssige Thon herausgequetscht wird. Dann zieht man den Mönch heraus, nimmt die Nonne aus einander und lässt den mit Leinwand umgebenen Tiegel etwa 1 Tag stehen, worauf man diese wegnimmt, den Tiegel aussen und innen glättet, das Loch am Boden mit Thon ausfüttert und die Mündung des Tiegels zusammenzieht, so dass er die aus Fig. 235. Taf. VIII ersichtliche Form erhält. Die Nonne ist während des Eintreibens des Mönchs mittelst an dem mittleren Ringe *c* befestigter Lappen *d* an dem Klotze *f* angeschroben, wobei der Aufsatz *g* auf letzterem gerade die

Bodenöffnung des Tiegels ausfüllt. *k* Oeffnung für den Leitstift des Mönchs. Durch das Zusammenziehen der Tiegel nach oben werden sie haltbarer und lassen sich, ohne beschädigt zu werden, mit der Zange leichter fassen, sie nehmen weniger Raum im Ofen ein und die Koks gleiten besser daran nieder. Zuweilen werden die Tiegel auf der Töpferscheibe gedreht (Reichenau) oder gepresst (Döhlen).

Die Form und Grösse der Tiegel hat einen wesentlichen Einfluss auf den Brennmaterialverbrauch und Abgang. Man gibt denselben meist 6—10 Z. Weite, 14—26 Z. Höhe und mehr, 1—1¼ Z. Stärke am Boden und ¾—1 Z. an den Wänden, je nachdem sich der Ofen mehr oder weniger erweitert hat.

Ueber die Grösse der Tiegel entscheidet hauptsächlich die Menschenkraft, welche ihn heben muss, und die zu erzielende Production. Je grösser die Tiegel, um so mehr haben sie zu leiden; je kleiner, um so grösser der Brennmaterialverbrauch. Bei Instrumenten- und Werkzeuggussstahl fassen sie gewöhnlich 25—30—50 Pfd., bei Massengussstahl 50—90 Pfd. Ein Tiegel von 25—30 Pfd. Fassungsraum erhält etwa 6¼ Z. oberen und 6¾ Z. unteren äusseren Durchmesser bei 16 Z. ganzer Höhe. Je nachdem die Wände ¾ oder 1 Z. dick sind, braucht man pro Tiegel 20 oder 25 Pfd. Thonmasse.

Nach Jullien sind die zweckmässigsten Tiegel solche, welche 20 Kil. Stahl aufnehmen, gefüllt 37—38 Kil. wiegen und 0,5—0,6 Met. Höhe bei einem äusseren Durchmesser von 0,2—0,22 Met. haben. Für Steinkohlenfeuerung macht man die Tiegel etwas dicker, als für Koksfeuerung, weil sie bei letzterer durch die umgebenden Koks mehr gehalten werden.

Trocknen der Tiegel. Die abgeschlichteten Tiegel werden während 3—4 Monaten in einem mässig erwärmten Trockenraum allmälig erhitzt, indem man sie der Wärmequelle nach und nach immer näher bringt und dieselben, ohne gebrannt zu sein, nur so weit angetempert, dass sie beim Einbringen in die weissglühenden Schmelzöfen nicht springen.

Die Deckel und Untersätze der Tiegel (Käse) werden in gusseisernen Formen geschlagen und ebenfalls nur

bei niedriger Temperatur getrocknet. Erstere sind entweder ganz massiv oder sie enthalten — zur möglichsten Abhaltung des Luftzutritts beim Giessen — an der einen Seite einen kreisförmigen, 1 ½ Zoll weiten Ausschnitt, in welchen ein Thonstöpsel passt.

Tempern der Tiegel.

Das Tempern geschieht entweder

a) durch Glühefeuer, indem man die mit Holzkohlen oder Koksklein gefüllten Tiegel mit dem offenen Ende zu unterst auf den Rost eines Windofens — welcher an drei Seiten aus Mauerwerk besteht, an der Vorderseite theilweise durch eine Thür verschlossen wird — auf Stücken schon gebrauchter Deckel stellt und sie mit wallnussgrossen Kohlen oder Koksklein umgibt und überdeckt. Dabei legt man die Deckel oben auf und vertheilt die Untersätze um den Herd herum ebenfalls zum Anwärmen. Nachdem einige glühende Kohlen auf den Rost gebracht, verschliesst man die Aschenfallthür möglichst dicht und lässt das Brennmaterial während 6 — 8 Stunden allmälig ins Glühen gerathen, worauf man die Aschenfallthür öffnet und so, nöthigenfalls unter Nachgeben von Brennmaterial, während 4—6 Stunden die Tiegel hellrothglühend werden lässt, worauf sie gleich in den Stahlschmelzofen kommen und hier, auf Untersätzen zur Abhaltung des Luftzutritts von ihrem Boden stehend, bei aufgesetztem Deckel in Weissgluth versetzt werden.

Je nach dem Bedarf an Tiegeln fasst ein Temperofen nur 4—8 oder 16—20 Stück.

b) durch Flammenfeuerung, indem man 20—30 Tiegel in einer Art Cementirkasten entweder liegend oder mit der Mündung nach unten während 8 Stunden von einer Steinkohlenflamme bestreichen lässt. Man versieht wohl die trocknen Tiegel gleich mit der Stahlcharge und mit Deckeln und bringt an 100 solcher Tiegel reihenweise in einen Flammofen.

Auch durch die Ueberhitze der Stahlschmelzöfen werden die Tiegel angetempert (Oesterreich, z. B. zu Hirschwang).

Lage der Oefen.

Zweckmässig liegen die Schmelzöfen in der Mitte des Hüttengebäudes, auf der einen Seite die Temperöfen und auf der anderen Vorrichtungen zum Glühendmachen der Schmelzkoks, welche letztere Einrichtung man nicht überall trifft.

Geräthschaften.

3) Geräthschaften und Werkzeuge. Hierher gehören hauptsächlich:

a) Formen, Coquillen, meist von Gusseisen, zweitheilig, durch eiserne Ringe und Keile zusammengehalten, angewärmt, mit Steinkohlentheer ausgestrichen und nach dem Füllen am Einguss mit einem eisernen Stöpsel oder sonst wie verschliessbar. Kleinere Gussformen haben z. B. 2 F. Länge, $2^1/_2$—3 Z. Breite und 2 Z. Höhe; für grössere Güsse hat man, z. B. im KRUPP'schen Etablissement, 8eckige Formen von 20 Z. Durchmesser, also von solcher Weite, dass selbst Stücke über 40 Ctr. erst die doppelte Höhe von der Grösse des Durchmessers erhalten, in Folge dessen der Stahl an den Seitenwänden verhältnissmässig weniger abgekühlt wird und länger flüssig bleibt.

Neuerdings sind von J. MAYR zu Bochum auch Erdformen [1]) aus feuerfester Masse zum Stahlfaçonguss angewandt. Frühere Versuche mit solchen Formen scheiterten an der schwierigen Beschaffung eines der hohen Temperatur des flüssigen Stahls widerstehenden und gleichzeitig der Contraction des gegossenen Stücks nachgebenden Materials.

b) Diverse Zangen, als: Temperofenzange mit ausgeschweiften Backen, zum Transport der Tiegel in horizontaler Richtung in und aus dem Temperofen; Deckelzange, zum Abnehmen der Deckel; Korbzange, mit welcher behuf des Aushebens in vertikaler Richtung der Tiegel an seinem unteren Theile gefasst wird; Ausgusszange, doppelschenklig, in der Mitte ausgeschweift; eiserne Krücken, Brechstangen etc.; Chargirtrichter, eine etwa 3 F. lange, 5 Z. weite und nach oben sich auf 7—8 Z. erweiternde, mit einer Handhabe versehene Eisenröhre, durch welche mittelst eines vorgelegten, etwa 2 F. langen beweglichen Eisenbleches die Stahlstücke in den Tiegel geschafft werden; Kästen mit horizontalem Ansatzgerinne, worin sich die Stahlcharge beim Eingeben in den Chargirtrichter befindet u. a.

Wärmöfen.

4) Wärmöfen zum Ausglühen der Stahlbarren vor dem Schmieden; für kleinere Gegenstände überwölbte, etwa

1) DINGL. Bd. 168. S. 208. — HARTM., Fortschr. III, 358.

6 Z. tiefe Schmiedefeuer mit horizontal liegender Form und Vorglühherd; für grössere Stücke Flammöfen, welche letzteren ein gleichmässigeres Anwärmen zulassen und, namentlich wenn sie mit Gasfeuerung versehen sind, die Anwendung einer etwas reducirenden Flamme gestatten.

Hämmer und Walzwerke.

5) Vorrichtungen zum Vor- und Ausrecken der Stahlbarren. Die mehr oder weniger porösen Stahlbarren werden bei geringeren Dimensionen unter 4—5 Ctr. schweren Schwanzhämmern, bei grösseren unter bis 20 Ctr. schweren Aufwerfhämmern oder unter Dampfhämmern, HASWELL'schen Presshämmern [1]) oder Walzen gedichtet (vorgereckt) und dann unter wiederholtem Anwärmen unter kleinern Schwanz- oder Reckhämmern von 100 bis 200 Pfd. Gewicht bei 160—180 Schlägen pro Minute oder unter Dampfhämmern und Walzwerken zu den erforderlichen Dimensionen ausgereckt.

KRUPP in Essen bearbeitet grosse Stahlblöcke mit einem 1000 Ctr. schweren Dampfhammer, wofür Chabotte und Ambos 25000 Ctr. wiegen; es liefert ein dasiges Walzwerk mit 15 langen Walzen Stahlplatten von 1 Fuss Dicke.

Chargiren.

§. 142. Verfahren bei der Gussstahlbereitung. Die erste Operation ist das Chargiren. Die Zusammensetzung der Charge [2]) behuf Erzeugung einer gewissen Stahlsorte (ob dieselbe hart und mehr oder weniger schweissbar oder schweissbarer und weicher ausfallen soll) wird gewöhnlich von den Fabrikanten geheim gehalten. Man wendet zu diesem Behufe einestheils kohlenstoffreichere oder daran ärmere (härtere und weichere) Stahlsorten für sich oder gemeinschaftlich an, versetzt dieselben nöthigenfalls, um sie noch härter und dann schwieriger schweissbar (S. 723) zu machen, mit Kohle oder weissem Roheisen, und um sie weicher und schweissbarer zu erhalten, mit Eisen- oder Gussstahlabfällen. Auch gibt man reinigende und verbessernde Zuschläge (Wolfram, Mangan etc.) und der Verschlackung wegen 2—4 % Uebergewicht.

---

1) B. u. h. Ztg. 1863. S. 304.

2) JULLIEN, Handb. der Eisenhüttenkunde. Deutsch von HARTMANN. 1861. S. 286.

Zu Hirschwang bei Reichenau wendet man nach RESCH[1]) z. B. folgende Beschickungen pro Tiegel an, welche in angegebener Reihenfolge annähernd die Qualitätsnummern, die Verhältnisszahlen des erzielten Preises und das Verhältniss der Nachfrage bezeichnen:

I. 35 Pfd. harten oder weichen, besonders gleichartigen Cementstahl.

II. 35 Pfd. besten ausgesuchten harten Puddelstahl.

III. 33—30 Pfd. vorzüglichen Cementstahl mit 2—5 Pfd. Stabeisenabfällen.

IV. 35 Pfd. besten, sorgfältig ausgesuchten, möglichst gleichartigen Schmelzstahl.

V. 35 Pfd. gewöhnlichen Schmelz- oder Puddelstahl.

VI. 30—25 Pfd. gewöhnlichen Schmelz- oder Puddelstahl mit 5—10 Pfd. Stahlabfällen, 35 Pfd. Hammereisen.

VII. 35 Pfd. Beschickungscombinationen von Roheisen, Stabeisen und verschiedenen Stahlabfällen.

Die genau abgewogene Beschickung (25—90 Pfd.) wird aus einem blechernen Kasten mit Ansatzröhre (S. 736) durch eine blecherne Trichterröhre (S. 736) in die aus dem Temperofen in den Schmelzofen gebrachten weissglühenden Tiegel (S. 735) geschüttet, nachdem die Deckel abgenommen und auf den nächsten Tiegel gelegt sind.

Ein Kohlenzusatz wird vorher in den Tiegel eingebracht. Sind die Tiegel beim Chargiren nur rothglühend, so springen sie leicht. Man macht sie deshalb zuvor bei theilweise geöffnetem Temper mittelst darum geschütteter lockerer Koks im Stahlschmelzofen weissglühend. Nachdem mittelst einer Eisenstange während des Chargirens die Stücke im Tiegel möglichst dicht gelegt sind, setzt man die Deckel wieder auf, füllt den Ofen bis zum Fuchse mit am besten schon vorher glühend gemachten dichten Koks (S. 735) auf, verschliesst die Ofenmündung und steigert die Hitze bis zur stärksten Weissgluth.

Auf manchen Werken wird der Stahl in die kalten Tiegel gethan, diese vorgewärmt (S. 725) und dann in die stark geheizten Oefen gebracht.

---

1) Oesterr. Ztschr. 1864. S. 53.

Wenn die Koks noch nicht ganz niedergebrannt, gibt man noch 1 oder 2 Mal frische auf, bis sich, je nach der Grösse der Charge, der Stahl nach $3^1/_2$ — 4 Stunden oder später flüssig zeigt. Man untersucht dieses auf die Weise, dass man, wenn die Koks bis zu den Deckeln niedergebrannt sind, diese abhebt und einen starken eisernen Draht in die Tiegel senkt, wobei sich der Stahl völlig flüssig zeigen muss. Fühlt man keine ungeschmolzenen Partien mehr, so wird der abgelöschte und von Schlacken befreite Spiess abermals in die Stahlmasse eingetaucht und beim Herausziehen beobachtet, ob sich Funken zeigen, was auf unvollkommene Schmelzung deutet, indem feste Stahltheilchen am Spiesse anhaften. Hat der Tiegeldeckel eine mit einem Thonpfropf verschlossene Oeffnung (S. 735), so zieht man letzteren heraus und bringt den Eisendraht durch die Oeffnung ein. Zeigt sich der Stahl vollkommen dünnflüssig, so lässt man die Tiegel noch kurze Zeit in der Gluth stehen, damit der Stahl möglichst gleichmässig ausfällt, fasst sie dann mit der Korbzange am Untertheil, indem gleichzeitig ein Arbeiter mit einer Eisenkrücke den Deckel aufdrückt und ein anderer durch den Rost hindurch den Tiegel mit einer Brechstange lüftet, und hebt ihn so aus. Damit der Guss möglichst dicht ausfällt, lässt man sich den Stahl bis zu einer gewissen durch die Erfahrung gegebenen Temperatur abkühlen.

Feuerung.

Das Ausgiessen in die stehenden oder in der Gussgrube aufgehängten gusseisernen, etwas angewärmten und zur Erzielung glatter Gussstücke mit Steinkohlentheer ausgestrichenen Formen muss unter den S. 713 angegebenen Vorsichtsmassregeln geschehen. Zur Füllung einer kleinen Form wird der Tiegel, nachdem der Deckel oder nur der Pfropf abgenommen, mit der zweischenkligen Ausgiesszange gefasst und so entleert, dass der Strahl direct auf dem Boden auffällt und die Seiten nicht berührt. Nach dem Guss wird die Form zur Abschliessung der Luft mit einem eisernen Stöpsel, einem eisernen Deckel, Sand etc. geschlossen, damit der Stahl nicht blasig wird. Bei grösseren Gussstücken entleert man die auf beiden Seiten der Form in gerader Linie aufgestellten Tiegel ohne Unterbrechung einen nach dem andern in die Form, so dass, wenn ein Tiegel noch nicht

Ausgiessen.

ganz entleert ist, schon ein zweiter erfasst wird; oder man giesst den Inhalt mehrerer Tiegel in einem zusammen und entleert den möglichst bedeckt gehaltenen Sammeltiegel rasch in die Form in ununterbrochenem Strom. JOHNSTON[1]) empfiehlt, den grossen Tiegel mit Steinkohlen- oder Koksfeuer zu umgeben. Auch bringt man bei grösseren Gegenständen mehrere Eingüsse an, verbindet jeden mit einem geneigten thonüberzogenen, abgewärmten Gerenne von Eisenblech und entleert in jedes eine Anzahl davor aufgestellter Tiegel in continuirlichem Strahl, nachdem die Unreinigkeiten von der Oberfläche entfernt sind. Form und Gerinne müssen sorgfältig von Kohlenstaub etc. gereinigt sein; auch empfiehlt es sich zur Erzielung eines dichten Gusses, den Stahl durch eine Oeffnung im Deckel (S. 735) ausfliessen zu lassen.

Sind viele Tiegel zu entleeren, z. B. über 20, so bedient man sich wohl einer Giesspfanne, welche 80—160 Ctr. Stahl aus den einzelnen Tiegeln aufnehmen und entweder durch ein Ventil am Boden (S. 671) oder von oben durch eine Schnauze entleert werden kann. Je härter, also je kohlenstoffreicher der Stahl, um so ruhiger fliesst er und um so weniger wirft er Funken.

Beim Ausheben der Tiegel schützen sich die Arbeiter gegen die starke Hitze durch einen dicken benässten Leinwandanzug und einen angefeuchteten Schwamm vor dem Munde.

JACKSON und GAUDET[2]) haben zum Giessen von Eisenbahnwagenrädern, Röhren, hohlen Axen etc. die Centrifugalkraft angewandt.

Von KRUPP ist zur letzten Industrie-Ausstellung in London ein 40000 Pfd. schwerer Gussstahlcylinder von 44 Zoll Durchmesser und 8 Fuss Länge, im Innern ganz blasenfrei, geliefert.

Wiederbeginn der Charge.

Nach dem Entleeren der Tiegel werden dieselben mit der Zange umgedreht, äusserlich von Ansätzen gereinigt und so lange in einem stark erhitzten Reserveofen aufbewahrt,

1) B. u. h. Ztg. 1860. S. 371.
2) B. u. h. Ztg. 1858. S. 277.

bis der Schmelzofen an den Wänden ebenfalls gereinigt und der Rost zurecht gemacht ist. Dann setzt man die Tiegel wieder ein und wiederholt in denselben nach Umständen noch 1—2 Mal, bei Steinkohlenöfen noch 3—4 Mal das Schmelzen, wobei sich die Schmelzzeit jedesmal vermindert, z. B. von 5—4 Stunden auf 3—2½, später selbst auf 2 Stunden, desgleichen die Koksmenge. Man nimmt die folgenden Einsätze meist etwas geringer, als den ersten, weil sich der Ofen immer mehr erweitert, und lässt denselben nach 3—5 Chargen (nach etwa 12—16 Stunden) sich abkühlen, bevor andern Tags eine neue Schmelzung beginnt. In England macht man z. B. in einer Schicht 3 Chargen zu 6,2½ und 2½ Stunden jede, ähnlich zu Sollinger Hütte in 3½, 3 und 2½—2 Stunden, in Steyermark 5 Chargen zu 6—4, 3, 2½, 2½ und 2½ bis 2 Stunden. Ein mehrtägiger continuirlicher Betrieb erscheint zwar auf den ersten Blick in ökonomischer Beziehung vortheilhaft, allein der Ofen wird zu stark ausgefressen und dadurch der Brennmaterialverbrauch wieder vermehrt. Nachdem ein Ofen zu 12—18 Arbeitsschichten gebraucht worden, bedarf er einer gründlichen Reparatur. Ein Abgang findet beim eigentlichen Schmelzen nicht statt, kann aber durch Verzetteln (0,5—2 %), Reissen der Tiegel etc. entstehen.

Mechanische Bearbeitung der Stahlbarren.[1]

Um den mehr oder weniger dichten, spröden und blasigen Stahlbarren (S. 713) Dichtigkeit und Festigkeit zu geben, werden dieselben — nachdem sie noch heiss aus den Formen genommen, geputzt und zur Entfernung der Gussnäthe oder anhaftenden Körner durch Behauen (Schroten) mit dem Stemmeisen behandelt sind, welche letzteren beim Ausrecken zu Kantenrissen Veranlassung geben — bei kleineren Dimensionen in übermauerten Wärmfeuern (S. 736) mit Vorwärmherden bei Holzkohlen möglichst gleichmässig unter öfterem Wenden allmälig in Gelbglühhitze versetzt, dann unter einem 3—4 Ctr. schweren Schwanz- oder Zainhammer (S. 737) gedichtet und zu etwa 4 Fuss langen Quadratstäben (Kolben) vorgereckt, welche abermals in eine etwas stärkere Hitze kommen und dann unter kleineren rascher gehenden Schwanzhämmern ausgeschmiedet werden.

1) Hartmann, Fortschr. III, 360.

Grössere Stücke werden in Flammöfen[1]) langsam und anhaltend (12—24 Stunden lang) angewärmt, dann unter Dampfhämmern oder Presshämmern oder durch Walzwerke gedichtet. Der Abbrand beträgt $^3/_4$—2 %. Aus Gussstahl hat man neuerdings auch Stahlblech[2]) und Stahldraht[3]) erzeugt.

Bei der mechanischen Bearbeitung des Gussstahls darf man die des Stabeisens nicht zum Anhalten nehmen; sie muss bei minderer Hitze langsamer und behutsamer geschehen, und zwar erfordert jede Gussstahlsorte einen gewissen Hitzgrad und besitzt eine bestimmte unabänderliche Plasticität und Dehnbarkeit, welche erst studirt werden müssen, wenn nicht ein sonst untadelhafter Stahl durch falsche Behandlung verdorben werden soll. Man bedient sich zum Abschmieden und Ausrecken einer hellrothen (rosenrothen) bis safrangelben Hitze; viel darüber hinaus beginnt der Stahl unter Funkensprühen zu verbrennen, er wird mürbe und bröcklig; bei zu niedriger Temperatur — also z. B. bei zu langem Hämmern oder Walzen, wohl gar mit Wasseranfeuchtung — wird er spröde und rissig, die Hammerschläge dringen nicht durch und das Ausrecken geschieht ungleichmässig. Die Temperatur darf beim Bearbeiten höchstens auf Braunroth vom anfänglichen Hellroth sinken.

§. 143. Beispiele für die Gussstahlfabrikation.

Schmelzen in Koksöfen.

A. Stahlschmelzen in Koksöfen.

England.

1) England. Ueber die Gussstahlbereitung in Yorkshire hat Le Play[4]) zuerst eine ausführliche Beschreibung geliefert. Neuere Mittheilungen über die Werke bei Sheffield sind von Gruner und Lan[5]), von Heeren[6]) und von Percy[7]) gemacht worden.

Nach Le Play sind die 2tiegeligen Oefen 0,54 Meter lang, 0,38 Met. breit und bis zur Mündung 0,91 Met. hoch.

1) Hartmann, Fortschr. III, 360. Taf. VII. Fig. 31.
2) Jullien c. l. p. 296. — Berggeist 1863. S. 101.
3) B. u. h. Ztg. 1860. S. 398, 400; 1861. S. 78.
4) Dingl. Bd. 92. S. 19, 99. — Bgwfd. VII, 345.
5) Grunèr et Lan, état présent etc. p. 789.
6) B. u. h. Ztg. 1852. No. 49.
7) Percy, Metallurgy. 1864. II, 768.

Letztere ist durch ein an den rectangulären Schacht sich anschliessendes Kreuzgewölbe auf 0,33 Met. Länge und 0,30 Meter Breite vermindert. 5 Roststäbe haben jeder 0,025 bis 0,035 Met. Seitenlänge. Der Aschenfall ist 1,71 Met. hoch, der 0,11 Met. unter der Ofenmündung liegende Fuchs 0,14 Meter hoch, 0,38 Met. breit und 0,64 Met. lang, in horizontaler Richtung in die 10,11 Met. hohe quadratische Esse von 0,30 Met. Seite führend.

Die Tiegel aus der oben (S. 732) angegebenen Composition haben 6 Z. grössten lichten Durchmesser, sind 17,5 Z. hoch, am Boden 1,13 Z., oben 6,3 Lin. in der Wand stark. Sie stehen auf 3,5 Z. hohen Untersätzen.

Einsätze von 28—36, durchschnittlich 30 Pfd. Cementstahl, sind mit Koks von 20—70 Cubikzoll Grösse in 4 Stunden geschmolzen, worauf man den Stahl in gusseiserne Formen zu etwa 2 F. langen und 2 Z. dicken, 21—28 Pfd. schweren Barren giesst, welche durch Plätten und Ausrecken unter Hämmern und Walzen wiederholt raffinirt werden. Die Tiegel halten 3 Schmelzungen aus und bedarf die zweite und dritte nur 3 Stunden Zeit. Man braucht auf 100 Thle. Gussstahl 325 Thle. Koks.

JULLIEN berechnet die Kosten für 100 Kil. Gussstahl wie folgt:

Zweitiegelige Oefen.

	Frs.
108 Kil. Cementstahl à 100 zu 40 Frs. . .	43,20
450 Kil. Koks à 100 zu 2,50 Frs. . . .	11,25
2 Tiegel à 1,75 Frs.	3,50
Arbeitslöhne beim Schmelzen	2,50
Reparatur der Oefen	1,00
Reparatur des Gezähes	0,40
	61,85
Minus 5 Kil. Abgänge à 0,20 Frs. . . .	1,00
Generalkosten:	60,85

Viertiegelige Oefen.

	Frs.
110 Kil. Stahl à 100 Kil. zu 40 Frs. . .	44,00
250 Kil. Koks à 100 Kil. zu 2,50 Frs. . .	6,25
Seitenbetrag:	50,25

Viertiegelige Oefen.

	Frs.
Uebertrag:	50,25
2,20 Tiegel à 1,75 Frs.	3,85
Arbeitslöhne	2,50
Reparatur der Oefen	1,00
Reparatur der Gezähe	0,40
	58,00
Minus 6 Kil. Abgänge à 0,20 Frs.	1,00
Generalkosten:	57,00

Döhlen.

2) Zu Döhlen[1]) bei Dresden sind 20 viertiegelige Oefen vorhanden. Die Tiegel werden aus 3 Volumtheilen Thon von Bautzen und Torgau, 3 Theilen Graphit aus Böhmen und Mähren, 3 Theilen Tiegelscherben und 1 Theil Chamotte angefertigt, kalt mit 60 Pfd. Puddel- und Herdstahl aus Thüringen und Sachsen besetzt, vorgeglüht und dann 4 Stunden lang der Schmelzhitze ausgesetzt. Man rechnet 5 % Bruch und $1^3/_4$—2 % Abbrand beim Vorrecken. Die Tiegel halten 3 Schmelzungen aus. Sämmtliche Oefen sind durch zwei Hauptcanäle mit einer 150 Fuss hohen Esse verbunden. Auf 100 Gussstahl gehen 550 Koks von schlechter Qualität.

Krupp's Fabrik.

3) Krupp's Etablissement[2]) in Essen soll an 400 Stahlöfen mit 2—24 Tiegeln von 70 Pfd. Inhalt besitzen, welche wöchentlich an 14000 Ctr. Rohguss liefern.

Nach Krupp's Fabrik nimmt die Bochumer[3]) eine hervorragende Stellung ein.

Sollinger Fabrik.

4) Gussstahlfabrik zur Sollinger Hütte[4]) im Hannoverschen. Die von dem Bergrath Werlisch zum Musterwerk geschaffene Sollinger Gussstahlfabrik verarbeitet Rohstahl in Tiegeln, welche höchst sorgfältig aus einem Gemenge von 14 Volumtheilen gebranntem und 9 Volumtheilen

1) Hartm., Fortschr. III, 360. — Berggeist 1860. No. 45. — B. u. h. Ztg. 1861. S. 80.
2) Leoben. Jahrb. 1852. II, 177; 1863. XII, 66. — B. u. h. Ztg. 1857. S. 366. — Hartm., Fortschr. III, 358. — Bgwfd. III, 224.
3) Bgwfd. XI, 467, 550. — Leoben. Jahrb. XII, 69.
4) Bgwfd. I, 424; II. 193. — Dingl. Bd. 133. S. 106.

Schoniger Thon (I. 359) bei Zusatz von 6 Volum Holzkohlenklein mittelst Mönchs und theilbarer hölzerner Nonne (S. 733) angefertigt werden. Dieselben sind im Ganzen 16 Z. hoch, haben unten $6^3/_4$, oben $6^1/_2$, am weitesten Theil $8^1/_4$ Z. Durchmesser, sind am Boden $1^1/_2$, an den Seiten $^3/_4$ Z. dick, erfordern etwa 20 Pfd. Thon und fassen 24 bis 26 Pfd. Stahl. Die Deckel haben bei $1^1/_4$ Z. Dicke 7 Z., die Käse bei 4 Z. Höhe $6^3/_4$ Z. oberen und 6 Z. unteren Durchmesser.

Die Tiegel (Taf. VIII. Fig. 235) bleiben etwa 4 Monate in einem geheizten Zimmer stehen, werden dann, jedesmal 4 Stück, in einem Temperofen zwischen Holzkohlen während 12 Stunden in helle Rothgluth versetzt und dann 2 oder 4 Stück in die bereits weissglühend gemachten Stahlschmelzöfen (Taf. VIII. Fig. 227) eingetragen. Dieselben haben vom Roste ab 4 F. Höhe, und zwar bis auf 1 F. 9 Z. Höhe bei quadratischem Querschnitt von 2 F. $2^1/_4$ Z. Seite, von da ab zieht sich der Ofen bis auf die 1 F. $4^1/_2$ Z. breite und 1 F. 7 Z. lange Mündung zusammen. 5 Z. unter derselben führt ein 10 Z. breiter, 9 Z. hoher und 4 F. 2 Z. langer Fuchs in die 45 F. hohe und 11 Z. weite quadratische Esse. Höhe des Aschenfalls mit Wassersumpf 12—13 F., Breite 4 F.

Die weissglühenden Tiegel werden mittelst des Fülltrichters mit der Stahlcharge versehen, nachdem man vorher behuf Darstellung von unschweissbarem Gussstahl bis $^1/_{90}$, beim schweissbaren $^1/_{120}$ Kohlenpulver zugesetzt, bedeckt und der Ofen mit Bochumer Koks gefüllt, wo dann unter noch ein- oder zweimaligem Nachgeben von Koks nach $3^1/_2$ Stunden Schmelzung eingetreten ist, worauf man nach kurzer Zeit den Inhalt der Tiegel in gusseiserne Formen entleert, die erfolgenden Barren in einem Holzkohlen-Wärmfeuer erhitzt, unter Schwanzhämmern vorreckt und dann ausschmiedet. Die Tiegel halten 3 Schmelzungen aus, welche sich das zweite und dritte Mal auf resp. 3 und $2^1/_2$—2 Stunden Zeit reduciren. Ein Ofen liefert bei 4 Tiegeln etwa 3 Ctr. Gussstahl mit 80—90 Cbfss. Koks. Beim Schmelzen arbeitet man fast ohne allen Verlust, indem an 99,21—99,24 % Gussstahlbarren erfolgen; dagegen hat man durch Glühverlust etc. etwa 1—1,2 % Abgang, sowie 0,65 % beim Zerschlagen des

Rohstahls und braucht zu 100 Pfd. geschmiedetem Gussstahl 33,36 Cbfss. Koks, 1,69 Maass à 10 Cbfss. Holzkohlen und 107,2 Pfd. Rohstahl.

In 1 Schicht werden jedesmal 3 Schmelzungen gemacht und man reparirt nach 15—18 Schichten den Ofen. Der Stahl ist von ausgezeichneter Qualität und der verschiedensten Verwendung fähig [1] (S. 723).

Schmelzen in Steinkohlenöfen.

B. Stahlschmelzen in Steinkohlenöfen.

Frankreich.

Auf französischen Werken, z. B. zu Lorette, werden 9—10 Tiegel von 0,50—0,60 Met. Höhe, 0,20—0,22 Met. äusserem Durchmesser mit 18—20 Kil. Fassungsraum und 16 Kil. Gewicht, nachdem sie vorgeglüht, in Steinkohlenöfen (S. 728) 3—4 Stunden bis zum Schmelzen des Stahls erhitzt, wobei gewandte Heizer erforderlich sind. Man macht in 24 Stunden 5 Güsse und braucht auf 100 Kil. Gussstahl 320—450 Kil. Steinkohlen. Die Schmelzkosten pro 100 Kil. Gussstahl bei Oefen mit 9 Tiegeln berechnen sich nach JULLIEN in folgender Weise:

	Frs.
106 Kil. Stahl à 40 Frs.	42,40
333 Kil. Steinkohlen à 100 zu 1,50 Frs.	5,00
1,23 Tiegel à 2,25 Frs.	2,77
Arbeitslöhne	2,50
Reparatur der Oefen	3,00
Reparatur der Gezähe	0,40
Ventilator und Ausglühen	0,10
	56,17
Ab 3 Kil. Abgänge à 0,20 Frs. . .	0,60
Generalkosten:	55,57

Schmelzen in Holzkohlenöfen.

C. Stahlschmelzen in Holzkohlenöfen.

Hirschwang.

Zu Hirschwang bei Reichenau sind 4 mit einer gemeinschaftlichen Esse verbundene Oefen vorhanden, deren aus Kesselblech bestehende bewegliche Haube innen mit feuerfestem Thon ausgekleidet ist. Der runde Ofenschacht wird aus einer Composition von alten Tiegeln mit $\frac{1}{8}$ Thon hergestellt. Der Rost besteht, wie beim MÜLLER'schen Heiz-

1) B. u. h. Ztg. 1859. S. 136.

pult (S. 724), aus einer durchlöcherten Gusseisenplatte, unter welche erhitzter Wind von 100—280° tritt. Jeder Ofen von 32 Z. Durchmesser ist mit einem 2 F. breiten, 2 F. hohen und 13 F. langen Vorglühherd versehen. Sämmtliche Vorglühherde laufen von einer Seite aus radial in einem Raum zusammen, welcher einen schottischen Winderhitzungsapparat mit 18 Röhren enthält; von da gehen die heissen Brandgase in die gemeinschaftliche Esse. Jeder Ofen fasst 7 Tiegel von 5 bis 7 Z. Durchmesser und 12—14 Z. Höhe, welche aus einem Gemenge von 1 Theil Gestübbe, 2 Theilen Kaiserberger Graphit und 1½ Theilen Thon von Blansko auf der Töpferscheibe und zwar 30 in einer Schicht gedreht werden und getrocknet 15 Pfd. wiegen. Die trockne Masse für je 12 Tiegel wird in feinem Zustand 1½—2 Stunden durchgemacht, gesiebt, angefeuchtet, geschlagen und in 12 Theile getheilt. Nachdem die Tiegel hinreichend an der Luft getrocknet, werden sie mit der Stahlcharge versehen und gewöhnlich 21 Tiegel für 3 Chargen gleichzeitig in den Vorglühherd gebracht. Jeder Tiegel fasst 35 Pfd. Stahl und eine Schmelzung dauert etwa 4 Stunden, indem man von 12 Uhr Nachts bis 4 Uhr Nachmittags bei weichem Gussstahl 3 und bei hartem 4 Chargen macht. Man erzeugt 6—7 verschiedene Sorten Stahl und nimmt für jede Härtenummer eine andere Gattirung (S. 738); zu jeder kommt ⅛ Loth Braunstein. Der Stahl wird in gusseiserne, nach oben zu sich etwas verengende Formen von 10½ Z. Höhe und 4¾ Z. innerer Weite gegossen und man verbraucht pro Centner rohen Stahl 3—3,1 Innerberger Fass à 9,7 Cbfss. = 29—30 Cbfss. Holzkohlen; 1 Ctr. Rohmaterial gibt 90,3 Pfd. Gussstahlkolben bei 8,3 Pfd. Abfall und 1,3 Pfd. Calo und auf 1 Ctr. Rohguss gehen 3,8 Fass = 38 Cbfss. Holzkohlen.

Zu Krems braucht man auf 1 Ctr. Gussstahl 25—30 Cubikfuss Holzkohlen.

D. Stahlschmelzen in SIEMENS'schen Gasöfen. **Schmelzen in Gasöfen.**

Döhlen. Zu Döhlen bei Dresden (S. 723) schmilzt man in einem Ofen mit 12 Tiegeln 3 Mal des Tags, und zwar jedesmal 720 Pfd. Stahl mit 22—28 Scheffeln böhmischen Braunkohlen. Wie bereits (S. 722) bemerkt, verbraucht man auf den v. MAYR'schen Werken bei Leoben auf 1 Ctr. Rohstahlguss **Leoben.** 3 Ctr. dasige Braunkohlen. Jeder der 20 Tiegel fasst 60 Pfd. Stahl *und man schmilzt* in 6 Tagen 100 Ctr.

Flammofenschmelzen. Montataire.

E. Stahlschmelzen im Flammofen ohne Tiegel.

Zu Montataire (S. 730) sind bei Versuchen 350 Kil. = 7 Ctr. harter Stahl in 4, weicher, schwerer schmelzbarer in 6 Stunden geschmolzen, und zwar auf 1 Q.-Met. = c. 10 Q.-F. Fläche der Ofensohle mit dem doppelten Gewichte Steinkohle, also mit 14 Ctr. Man hofft bei gleicher Güte des Stahls die Beschickung bei einem zweimaligen Einsatz in 12 Stunden auf 10 Ctr. pro Q.-Met. zu steigern und den Kohlenverbrauch um $^1/_4$, also auf $1^1/_2$ Theile zu vermindern. Bei einem Verhältniss der Ofensohle zum Rost wie 1,6 : 1, welches man in 3 : 1 umzuändern beabsichtigt, hat man bei sehr niedrigem Ofengewölbe und Anwendung von Unterwind von 300° C. eine hinreichend hohe Temperatur zum Stahlschmelzen erhalten. Die Ofendauer war aber eine nur kurze, vielleicht in Folge der immer mangelhaften Fügung der Steine. Die abziehende Flamme heizte bei älteren Oefen die Herdsohle von unten und dann durch einen Seitenabzug das in einer Vorwärmmuffel befindliche Beschickungsmaterial. Neuere Oefen nähern sich in ihrer Construction den Staffordshireöfen (S. 730) zum Umschmelzen des Roheisens, aus deren Herd die Flamme in einem mit zwei Muffeln — zum Vorwärmen der Schmelzmaterialien — versehenen Vorwärmherd und von da durch einen vertikalen und dann horizontalen Canal in die Esse führt.

Zander[1]) empfiehlt als das Hauptmittel zur Hebung der Stahlindustrie in Oberschlesien Puddelstahl, welcher aus dasigem Roheisen bereits mit bestem Erfolg hergestellt wird, in einem Flammofen ohne Tiegel umzuschmelzen, welcher zweckmässig aus Quarzziegeln herzustellen und mit Siemens'scher Regeneratorgasfeuerung (S. 729) zu versehen sein möchte. Man brauchte zur Erreichung derselben Production, wie in Tiegelöfen, weniger Flammöfen, weniger Brennmaterial und feuerfesten Thon bei geringeren Arbeitslöhnen und Vereinfachung der Arbeit. Die Kosten pro Centner Gussstahlbarren würden sich auf etwa $5^1/_2$ Thlr. belaufen, für Schienen aus solchem Stahl auf 8—10 Thlr., während dieselben aus anderem Gussstahl mindestens 14 bis

1) Preuss. Ztschr. 1863. XI, 291.

16 Thlr. pro Centner kosten. Als Massengussstahl würde sich solcher Stahl eines bedeutenden Absatzes erfreuen.

Wie bereits bemerkt (S. 713), hat das Flammofenschmelzen durch das Bessemern an Wichtigkeit verloren.

Dritter Theil.

Härten, Schweissen und Ausrecken des Stahls.

Veränderungen des Stahls beim Härten.

§. 144. Härten des Stahls. Unter Härten versteht man das Ablöschen des glühenden weichen Stahls in einer kalten Flüssigkeit. Dabei erleidet er aus früher (S. 582) angegebenen Gründen folgende wesentliche Veränderungen: er bekommt eine glatte, metallisch glänzende Oberfläche, auf dem Bruche eine sehr feinkörnige, kaum sichtbare körnige Textur (S. 570) mit etwas lichterer Farbe und stärkerem Glanz, wird ungleich härter (S. 572), verliert an specifischem Gewicht (S. 571) und nimmt an absoluter und relativer Festigkeit zu (S. 673).

Regeln für das Stahlhärten.

Diese Veränderungen treten mehr oder weniger stark hervor je nach der Stärke der Erhitzung und der Abkühlung, so dass bei einer der Natur des Stahls nicht angemessenen zu grossen Temperaturerhöhung seine Härte und Sprödigkeit sehr bedeutend zunimmt, während die Festigkeit (Elasticität) sich verringert. Soll ein Stahl weniger elastisch und mehr hart werden, so müssen die Temperaturunterschiede grösser sein, als wenn der Stahl weniger Härte und mehr Elasticität erhalten soll. Diese Temperaturunterschiede können dadurch hervorgebracht werden, dass man bei unveränderter Temperatur des Härtemittels dem Stahl eine höhere Temperatur gibt oder umgekehrt die Temperatur des Härtemittels verändert. Gewöhnlich werden diese Temperaturunterschiede durch zweckmässige Erhitzung des Stahls und entsprechende Veränderung des Härtemittels herbeigeführt. Man härtet meist in der Rothbraun- bis Kirschrothhitze.

Es kommt hiernach beim Stahlhärten darauf an, den Stahl bei einer seiner Natur entsprechenden Temperatur zu erhitzen, damit er die seiner demnächstigen Verarbeitung

entsprechende Härte und Elasticität erhält. Die Unzahl der empfohlenen, oft unsinnigsten Härtemittel ist nicht im Stande, die Erfahrungen des Arbeiters zu ersetzen, und es ist bislang, trotzdem das Gegentheil behauptet worden [1]), für Unerfahrene nicht möglich gewesen, dem Stahl eine immer gleich ausgezeichnete bestimmte Härte zu geben.

Stahl, der mit der grössten Härte die grösste Elasticität verbindet, ist der vollkommenste, und zwar um so vollkommener, je leichter er die Härte annimmt, d. h. je weniger stark er vor dem Ablöschen erhitzt werden darf. [2]) Die Temperatur, in welcher das Härten geschehen muss, nimmt mit steigender Qualität des Stahls ab; für Schmelzstahl pflegt sie am höchsten zu sein, für Cement- und Gussstahl vermindert sie sich nach dem Erfahrungssatze, dass die Härtung um so besser ist, je feiner und heller das Korn geworden (über Gussstahlhärten siehe S. 718).

Die Schwierigkeiten, Stahl zu härten, liegen hiernach theils in der verschiedenartigen Beschaffenheit des Stahls, theils und hauptsächlich aber auch noch darin, dass man kein zuverlässiges Mittel kennt, den Hitzgrad zu bestimmen, welcher der jedesmaligen Beschaffenheit des Stahls angemessen ist. Alle bisher hierzu vorgeschlagenen Mittel haben sich als unpractisch bewährt und man ist dabei geblieben, die Lichterscheinungen, die verschiedenen Grade des Glühens des zu härtenden Gegenstandes als Massstab anzunehmen, wozu ein sehr gutes Auge gehört, welches aber auch Täuschungen ausgesetzt ist, da die Glüherscheinungen eines und desselben Stahls je nach der Tageszeit, nach den Witterungsverhältnissen etc. variiren.

Verfahren beim Härten.

Es ist deshalb bei der grössten Vorsicht nicht möglich, den Grad der Hitze genau so zu treffen, dass der Stahl gerade die richtige Härte und Elasticität hat. Ist der Stahl nicht hinreichend hart, so muss die Härtung wiederholt werden; ist er zu hart geworden und hat sich dadurch Elasticität und Zähigkeit vermindert, oder sollen Gravirungen darauf angebracht werden, so muss die Härte durch neues

1) Bgwfd. II, 28; III, 191; V, 567.

2) Bgwfd. IX, 418.

Erwärmen (*Anlaufenlassen*, *Anlassen*) herabgestimmt werden, und zwar nimmt die Härte um so mehr ab, je stärker man den Stahl anlässt. [1]) Hierbei dienen die *Anlauffarben* zum Anhalten, welche in folgender Ordnung zum Vorschein kommen: *hellgelb* bei 220° für chirurgische Instrumente, Lanzetten; *strohgelb* bei 230° für Grabstichel, Zieheisen, Rasir- und Federmesser; *braun* bei 255° für Scheeren und härtere Meissel; *purpurfleckig* bei 265° für Aexte, Hobeleisen, Taschenmesser; *purpur* bei 277° für Tischmesser; *hellblau* bei 288° für Klingen, Uhrfedern und Federn anderer Art; *dunkelblau* bei 293° für Dolche, Bohrer, feine Sägen; *schwarzblau* bei 316° für Hand- und Stichsägen. Beim langsamen Abkühlen kommen die Anlauffarben in verkehrter Ordnung zum Vorschein. Sobald sich die richtige Anlauffarbe zeigt, wird der Stahl im Härtemittel gekühlt.

Die härtesten Stahlarbeiten lässt man danach bei gelber Farbe anlaufen; diejenigen, bei welchen es mehr auf Zähigkeit und Elasticität, als auf Härte ankommt, blau.

Dauer und Stärke des Anlassens haben auf die Erfolge des Härtens einen merklichen Einfluss, weshalb diese Operation sehr difficil ist (über Anlassen des Gussstahls s. S. 720).

Glühvorrichtungen.

Das Erhitzen vor dem Härten geschieht entweder in offenem Schmiedefeuer bei Anwendung von Holzkohlen oder Koks, bei kleineren Gegenständen wohl in der Kerzenflamme oder vor dem Löthrohr, in glühendem Sande, in Glühöfen, in Kapseln aus Thon, Blech oder Gusseisen [2]) etc.; das Anlassen entweder durch Erwärmen im offenen Feuer oder dadurch, dass die gehärteten und anzulassenden Gegenstände auf gegossene eiserne Platten gelegt und diese bis zu der betreffenden Temperatur erhitzt werden, oder in geschmol-

---

1) Ueber Anlassen des Stahls: Dingl. Bd. 25. S. 52; Bd. 40. S. 316; Bd. 41. S. 234. — Bgwfd. IX, 420, 439; XI, 777. — B. u. h. Ztg. 1859. S. 404. — Pepy's Methode, die Härte des Stahls zu prüfen: Dingl. Bd. 27. S. 156.

2) Ueber die verschiedenen Methoden, den Stahl zur Härtung zu erhitzen und über die Erfolge dieser Methoden: Bgwfd. IX, 422. — Apparate zum Härten von Stahlwaaren: Dingl. Bd. 106. S. 102.

zenen Metalllegirungen und Metallen von bestimmten Schmelzpuncten.

Das Erhitzen vor dem Härten muss gleichmässig und rasch geschehen, damit sich möglichst wenig Glühspan bildet. Dadurch erhält der Stahl mehr Zähigkeit und wird weniger leicht gekrümmt und verbogen, als wenn man umgekehrt verfahren würde.

Der englische Gussstahl darf beim Härten nur bis Rosen- oder Braunroth erhitzt werden, bei höherer Temperatur wird er ganz spröde und hart; der deutsche Stahl verträgt häufig eine grössere Hitze, zuweilen aber auch, was ihn sehr empfiehlt, eine mindere, als der englische. So erfordert z. B. der Sollinger Gussstahl eine sehr geringe Temperatur vor dem Härten, um die feinste Schneide zu geben. Gegärbter Stahl will viel heisser gehärtet sein, als Gussstahl. [1])

Härtemittel.

Von wesentlichem Einfluss beim Härten ist die Qualität und Temperatur des Härtemittels. [2]) Am gebräuchlichsten ist Wasser, welches, je nachdem es wärmer oder kälter, den Stahl weicher oder härter macht. Hartes Wasser oder solches, welches Salze (z. B. Salpeter) aufgelöst enthält, härtet stärker, als weiches, wegen der grösseren Wärmeleitungsfähigkeit.

Geringere Grade der Härtung als Wasser geben fettige Substanzen (Oel, Talg, Wachs, Seife), weil sie die Abkühlung verzögern, stärkere dagegen alle Säuren und Quecksilber. Solche fettigen Substanzen werden besonders angewandt, wenn viele dünne und elastische Gegenstände (Nadeln, Fischangeln, Schreib- und Springfedern etc.) gehärtet werden sollen.

Wie bereits bemerkt, soll das Härten der Damascener-

1) Bgwfd. IX, 420. — Vorschrift zum Härten von englischem Gussstahl: Dingl. Bd. 128. S. 154. — B. u. h. Ztg. 1858. S. 622.

2) Ueber Härteflüssigkeiten: Bgwfd. VI, 336; IX, 433. — Polyt. Centralbl. 1847. S. 1360; 1853. S. 737. — Dingl. Bd. 88. S. 54. — Wiederherstellung der Härte verbrannter Stahlwaaren: Bgwfd. XI, 596; XIII, 638. — Dauer und Werth der gehärteten Stahlwaaren: Bgwfd. XI, 478.

klingen dadurch geschehen, dass man sie glühend an ein Rad bindet, welches schnell umgedreht wird.

Die Beschaffenheit der Ablöschflüssigkeiten muss sich nach der Natur des Stahls und dem hervorzubringenden Härtegrade richten. So werden z. B. Feilen in salpeterhaltigem und schwach angesäuertem Wasser gehärtet; Ambose und Hämmer in sehr kaltem fliessenden Wasser; blanke Waffen, Messerschmiedwaaren in fettigen Flüssigkeiten; Federn, Sensen in lauem Wasser oder geschmolzenem Talg etc.

Beispiele für die Stahlhärtung.

Gegenstände von ungleichen Dimensionen, z. B. mit scharfer Schneide, erhalten leicht Kantenrisse (Härteborsten), weshalb man sie nur in schlecht Wärme leitenden Substanzen (fetten Körpern, angefeuchteter Kohlenlösch etc.) härtet. [1]) Nach Röhrig [2]) sollen die Härterisse auch in Folge einer Verunreinigung des Stahls durch Silicium etc. entstehen und vermieden werden, wenn man, z. B. beim Gussstahlschmelzen, Kohlenmangan (S. 723) als reinigendes Agens zusetzt.

Beim Härten sehr massiver Gegenstände veranlasst die durch das Härten eintretende Zusammenziehung häufig einen Bruch der Stücke, weshalb man dieselben vortheilhaft durch starke Hammerschläge, durch eine Presse oder Walzenvorrichtung vorher zusammenpresst. [3])

Die meisten, besonders die gröberen verstahlten oder stählernen Werkzeuge und Geräthe, welche nur an einem Theil ihres Körpers (Spitze, Schneide, Bahn etc.) oder auch an zweien hart sein müssen, werden in der Regel so gehärtet, dass man nur eben diesen Theil in der Härteflüssigkeit ablöscht und die hinterhalb in der Masse bleibende Hitze noch benutzt, um die richtige Anlauffarbe hervorzubringen, d. h. das gehärtete Ende zu tempern. Bei diesem Verfahren entstehen leicht Härterisse, welche indess nach Rust [4]) vermieden werden, wenn man den Gegenstand umgekehrt in die Härteflüssigkeit taucht, so dass das zu

1) Bgwfd. VI, 336.
2) Dingl. Bd. 133. S. 107.
3) Bgwfd. VII, 253.
4) Bgwfd. XVIII, 464.

härtende Ende zuletzt von derselben berührt und umspült wird. Dann muss noch ein eigenes Tempern vorgenommen werden. Gussstahlwalzen werden entweder aus weicherem Stahl hergestellt, den man überschmiedet und härtet, oder aus härterem Gussstahl und die Härtung geschieht durch den Schalenguss selbst.

DITTMAR[1]) in Sheffield härtet Gussstahlfeilen in folgender Weise: Abfälle von Leder, Horn, Klauen etc. werden gebrannt, zu feinem Pulver zerstossen, 4 Pfd. davon mit $1/2$ Pfd. gestossenem Ofenruss, $1/4$ Pfd. ordinärem Kochsalz und etwas Töpferthon gemengt, mit Wasser angemacht und etwas Essig oder Bierhefe beigemischt. Die dünnbreiige Masse wird aufgetragen, getrocknet, dann der Gegenstand geglüht, in kochsalzhaltigem Wasser abgelöscht, mit verdünnter Schwefelsäure die Oxydhaut weggenommen und in warmer Luft auf einem eisernen Kasten rasch getrocknet.

Ausführliches über das Verfahren beim Härten der verschiedensten Gegenstände findet sich in DINGL. polyt. Journ. Bd. 88. S. 52.

Oberflächenhärtung.

Oberflächenhärtung. Um Schmiedeeisen oberflächlich mit einer harten Stahlschicht zu versehen, taucht man seltener dasselbe schweisswarm in flüssiges Roheisen[2]) und schmiedet es aus, als dass man das Eisen mit cyanerzeugenden Substanzen erhitzt oder in dieselben heiss eintaucht. Nach MARTIGNONI[3]) macht man das Eisen rothwarm, überstreicht es mit der Härtemasse, brennt letztere im Feuer ab und kühlt das Eisen durch Eintauchen in Wasser. Die teigartige Härtemasse besteht aus 5 Ochsenklauenpulver, 5 Chinarinde, $2^1/_2$ Kochsalz, $1^1/_2$ Kalisalpeter, $2^1/_2$ Blutlaugensalz und 10 schwarze Seife. Flüssigkeiten zum Eintauchen des glühenden Eisens erhält man nach VAUGHN[4]) durch Zusammenschmelzen von 25 Blutlaugensalz, 65 Kochsalz, 10 saurem chromsauren Kali, Knochenpulver und thierischer Kohle; nach JOHNSON[5]) von 500 Fett, 500 Oel, 350 Holz-

1) Bgwfd. XVIII, 467.
2) Bgwfd. IX, 126; XI, 567. — PERCY, Metallurgy. II, 807.
3) DINGL. Bd. 168. S. 233.
4) WAGNER's Jahresber. 1858. S. 17.
5) DINGL. Bd. 158. S. 205.

kohle, 250 Blutlaugensalz, 330 Horn und 300 Salpeter. Auch kann man das Eisen in gewöhnlicher Weise schwach cementiren und das dabei oberflächlich entstehende krystallinische Gefüge nach CARRÉ [1]) dadurch zerstören, dass man den aus dem Cementirkasten genommenen Gegenstand möglichst rasch bis zu einer Temperatur erhitzt, welche der höchsten Cementirhitze gleichkommt. Dann lässt man ihn an der Luft erkalten und kann zum Härten schreiten.

Zweck.

§. 145. Zusammenschweissen von Stahl und Eisen (Verstahlen des Eisens). Es kommt nicht selten vor, dass Gegenstände, die ganz aus Gussstahl gefertigt zu kostspielig sein würden, aus Schmiedeeisen hergestellt und an den betreffenden Stellen mit Stahl durch Zusammenschweissen vereinigt werden. [2])

Verfahren.

Stabeisen erfordert eine höhere Schweisshitze als Stahl, weshalb man letzteren etwas später ins Feuer legt als ersteres, weil sonst der Stahl zum Theil verbrannt sein würde, wenn das Eisen die gehörige Hitze hat. Man bringt auch wohl beide in verschiedenen Feuern in die gehörige Hitze, nämlich das Eisen mit Steinkohlen, den Stahl mit Holzkohlen und vereinigt sie dann mit raschen leichten Schlägen auf dem Ambos. [3]) Man legt beim Ausschweissen den Stahl entweder auf das Eisen oder bringt ihn in einen Spalt desselben.

Soll das Zusammenschweissen gut gelingen, so muss der Luftzutritt abgehalten werden. Dies geschieht dadurch, dass man die Schweissenden vollkommen reinigt und mit Schweisssand, Thon, am besten aber mit Borax überzieht. Auch ein Salmiakzusatz wirkt günstig. [4])

Es ist sehr wesentlich, dass man den Stahl möglichst in solchen Dimensionen auf das Eisen aufschweisst, dass sie

---

1) DINGL. Bd. 160. S. 298.

2) SCHAFHÄUTL, über Schweissen und Löthen des Stahls: B. u. h. Ztg. 1846. S. 462. — Bgwfd. XIII, 401. — SANDERSON's Verfahren: B. u. h. Ztg. 1853. S. 901. — BOYDELL's Verfahren, Eisen mit Stahl zu umkleiden: Bgwfd. VIII, 366. — DINGL. Bd. 89. S. 238; Bd. 92. S. 32; Bd. 101. S. 337; Bd. 108. S. 108, 463; Bd. 130. S. 206; Bd. 137. S. 440.

3) Bgwfd. II, 493.

4) Bgwfd. II, 493; VII, 110.

noch ausgetrieben werden können. Durch das Erhitzen wird der Aggregatzustand verändert, durch die Wirkung des Hammers aber die Gleichartigkeit und die ursprünglich nervige Beschaffenheit wieder hergestellt.

Das Erhitzen bei zu niedriger Temperatur und ein damit zusammenhängendes Kalthämmern erzeugt Sprödigkeit.

Schwieriger als Cement- und Rohstahl lässt sich der daraus dargestellte Gussstahl mit Eisen zusammenschweissen, die kohlenstoffreicheren härteren Sorten desselben (S. 723) sind ganz unschweissbar. Ein geschickter Arbeiter, welcher die Natur des Stahls, namentlich sein Verhalten in der Hitze genau studirt hat, bedarf zum Zusammenschweissen des Gussstahls mit Eisen keiner besonderen Hülfsmittel. Es können solche jedoch einem weniger gewandten Arbeiter zur Verhütung einer theilweisen Entkohlung und zur Herstellung reiner Verbindungsflächen nützlich sein. Als solche Schweisspulver, welche auf die rothglühende Schweissstelle aufgestreut werden, sind unter anderen empfohlen von Rust [1]) 41,5 Borsäure, 35 Kochsalz, 15,5 Blutlaugensalz, 8 calcinirte Soda; von Hustig [2]) ein Gemisch von Lehm und gelöschtem Kalk; von Habich [3]) 7 Blutlaugensalz, 2 calcinirte Soda und etwas Borax.

Regeneration des verbrannten Stahls.

Die Behandlung des Stahls beim Schmieden ist weit schwieriger, als die des Stabeisens, indem er bei zu hoher und anhaltender Temperatur an Kohlenstoff verliert (verbrennt). Verbrannter Stahl, welcher mürbe und brüchig ist, lässt sich, bis zum Rothglühen erhitzt, durch Eintauchen in kohlende Agentien wieder regeneriren. Als solche Wiederherstellungsmittel sind in Anwendung gebracht: von Rigaud [4]) 1 Kil. Hammeltalg, 1 Kil. ungereinigtes Rüböl und 100 Grm. Kienruss; von Gérard [5]) 10 Harz, 5 Fischthran und 3 Hammeltalg; von Wagner [6]) 500 Talg, 125 schwarzes Pech, 375 Sal-

1) Dingl. Bd. 140. S. 234. — Bgwfd. XIX, 476.
2) Polyt. Centralbl. 1856. S. 693.
3) Dingl. Bd. 140. S. 369.
4) Wagner's Jahresbericht. 1859. S. 62.
5) Ibid. S. 63.
6) Dingl. Bd. 110. S. 232.

miak, 125 Blutlaugensalz, 75 schwarzer Pfeffer, 30 Seifenpulver, 30 Kochsalz; von SCHNEDERMANN[1]) 5 Kil. Harz, 2,5 Kil. Fischthran, 1 Talg, 125 Gramm Assa foetida. Besonders empfohlen wird die Composition von WERTHEIM[2]): 1 Pfd. Talg, $^1/_4$ Pfd. schwarzes Pech, $^3/_4$ Pfd. Salmiak, $^1/_3$ Pfd. Blutlaugensalz, 3 Lth. schwarzer Pfeffer, 2 Lth. Seifenpulver und eine Handvoll Kochsalz. Von MALBERG's Mittel war bereits (S. 580) die Rede. CIZANCOURT[3]) hält nur die Anwesenheit von Kohlenoxydgas zur Kohlung des Eisens für erforderlich und darin fänden auch MALBERG's Angaben ihre Erläuterung.

Ausrecken.

§. 146. Ausrecken. Von den Vorsichtsmassregeln und der erforderlichen Temperatur beim Ausrecken des Stahls unter Hämmern oder Walzen ist bei den verschiedenen Stahlsorten etc. (S. 608, 634, 661, 689, 741) die Rede gewesen.

1) DINGL. Bd. 116. S. 44.
2) DINGL. Bd. 114. S. 236; Bd. 116. S. 244.
3) Ann. d. min. 5 livr. 1863. p. 297.

Nachträge.

Seite 35. Einfluss fremder Beimengungen aufs Roheisen, nach HOCHSTÄTTER in B. u. h. Ztg. 1864.

S. 56. Titan im Roheisen. RILEY fand im Roheisen bis 1,6 % Titan, welches in demselben entweder fein vertheilt oder mit dem Eisen legirt ist und als Cyanerzeuger aufzutreten scheint (B. u. h. Ztg. 1864. S. 11). Auch Vanadin ist neuerdings sehr häufig in Eisenerzen und Thonen gefunden worden (B. u. h. Ztg. 1864. S. 76. ERDM., J. f. pr. Chem. Bd. 91. S. 49).

S. 67. Vorkommen der Eisenerze in England, nach Dr. WEDDING (Berggeist 1863. No. 40. B. u. h. Ztg. 1864. S. 23).

S. 82. Ueber Verschmelzen der Eisenfrischschlacken: KUHLEMANN in B. u. h. Ztg. 1864. S. 153; ESCALLE in Bullet. de la soc. de l'industrie minér. IX, 81 und B. u. h. Ztg. 1864.

S. 96. Ueber Eisenproben auf trocknem und nassem Wege nach PERCY, in B. u. h. Ztg. 1864.

S. 198. Anwendung der Steinkohlen zum Eisenhohofenbetrieb. Dieselbe kann nach ERBREICH [1]) da ökonomische Vortheile gewähren, wo die magere Beschaffenheit der Kohlen die Anwendung von Stückkohlen zur Verkokung erheischt, weil man alsdann die Kosten der Verkokung und den Kohlenstoffverlust dabei spart und beim directen Transport der Kohlen zur Gicht ohne weiteres Umladen der Kleinkohlenfall vermieden wird. Es können aber diese Vortheile reichlich

1) Preuss. Ztschr. XI, 301. — B. u. h. Ztg. 1864. S. 108.

aufgewogen werden durch gewisse Betriebsschwierigkeiten, welche die Steinkohlen beim Hohofenbetrieb herbeiführen. Diese werden hauptsächlich dadurch veranlasst, dass durch die erst in tieferen Ofengegenden vor sich gehende Destillation der Steinkohlen ein bedeutender Wärmeverlust, also eine Abkühlung des Ofens herbeigeführt und die Reduction beeinträchtigt wird, indem dieselbe zumeist erst nach vollendeter Destillation eintritt.

In Folge dessen bildet sich im oberen Theil des Gestelles Eisensilicat, aus welchem das Eisen nur direct durch festen Kohlenstoff reducirt werden kann, wobei eine weit grössere Wärmeabsorption stattfindet, als bei der Reduction durch Kohlenoxydgas. Die dabei eintretende Temperaturerniedrigung muss durch vermehrten Brennmaterialzusatz, namentlich von Koks oder Holzkohlen, beseitigt werden. Gleichzeitig bildet sich ein kohlenarmes und siliciumreiches Roheisen und die Production sinkt, letzteres hauptsächlich deshalb, weil der beim Verkoken unter hohem Druck der aufliegenden Beschickungssäule gebildete sehr dichte Koks langsamer verbrennt, als auf gewöhnliche Weise erhaltener Koks.

Die Möglichkeit des Hohofenbetriebes mit rohen Steinkohlen hängt im Wesentlichen von der Beschaffenheit der Steinkohlen und der Erze ab. Je gasreicher erstere, um so grösser die Abkühlung des Ofens, weshalb man im Allgemeinen den mageren, gasarmen Kohlen den Vorzug gibt und gasreiche nur da anwendet, wo absichtlich einer zu hohen Temperatur entgegen gewirkt werden soll, wie bei reichen leichtschmelzigen Erzen, z. B. Kohleneisensteinen.

Bei den Erzen kommt hauptsächlich ihr Eisengehalt und ihre Reducirbarkeit in Rücksicht. Da die vor der Form erzeugte Wärme theils den aufsteigenden Gasen mitgetheilt, theils von dem Roheisen und der Schlacke in dem Verhältnisse von 1 : 1,4 aufgenommen wird, so findet nach oben hin um so mehr Abkühlung statt, je mehr Schlacke erzeugt wird, also je ärmer das Erz. Kommen dazu noch gasreiche, ebenfalls bedeutende Wärmeverluste herbeiführende Steinkohlen, so häufen sich die Schwierigkeiten des Betriebes. Dass rohe Steinkohlen leicht reducirbare Erze erfordern,

geht aus Obigem hervor, wonach die Reduction grossentheils erst nach beendigter Destillation stattfindet, dadurch also auf einen beschränkten Raum zurückgedrängt wird. Man muss deshalb die Erze rösten und mulmige überall vermeiden.

Günstig wirken die Anwendung erhitzter Gebläseluft, als die Temperatur erhöhend, und eine passende Ofenconstruction, namentlich grösserer Querschnitt und grössere Höhe der Schächte, um durch längere Berührung der Erze mit dem Brennstoff die Reduction zu befördern, ferner eine nahe cylindrische Schachtgestalt zur gleichmässigen Bewegung des Gasstromes und ein weites Gestell mit mehr Formen, neben einem grossen Schachtinhalt das beste Mittel, die Production zu erhöhen.

Demnach sind wesentliche Erfordernisse zum Hohofenbetrieb mit Steinkohlen: nicht zu gasreiche Kohlen, nicht zu arme, aber leichtreducirbare und nicht mulmige Erze, Anwendung erhitzter Gebläseluft und eine passende Ofenconstruction. Versagt die Natur die ersteren Erfordernisse, so sind die Folgen davon: Abkühlung des Ofens, unvollständige Erzreduction, Verschlechterung des Roheisens, Verringerung der Production und Erhöhung des Brennmaterialaufwandes.

S. 213. Hohofenconstruction zur Phönixhütte. Kernschacht aus englischen Chamottesteinen, dann folgt ein Futterschacht von gewöhnlichen feuerfesten Steinen, dann ein dünnes Rauhgemäuer, von dem umschliessenden Blechmantel durch eine Füllung von Ziegelsteinbrocken getrennt. Das Gestell aus belgischem Puddingstein ist zum Schutz gegen das Abblättern beim raschen Erhitzen mit einem feuerfesten Steinfutter geschützt. Sehr bequem sind die blechernen Wassertümpel wegen leichter Auswechselung, sowie die hohlen, vorn mit einem Schlitz versehenen Gusseisentümpel, in welche man Wasser in dem Masse zuführt, als es verdampft. Solche Tümpel geben keine Explosionen, wie diejenigen mit eingegossenen Röhren, in denen Wasser circulirt, beim Verstopfen derselben (B. u. h. Ztg. 1864. S. 143).

S. 224. GOGUEL's bewegliches Hohofengestell. Zur Vermeidung der mit dem Ausblasen der Hohöfen wegen Zerstörung des Gestelles verbundenen Uebelstände empfiehlt

Gogüel eine Construction, bei welcher ein Auswechseln des Gestelles während nur kurze Zeit gehemmten Ofenbetriebes stattfinden kann (B. u. h. Ztg. 1864. S. 11).

S. 234. Auffangung der Gichtgase und zweckmässige Einrichtung der Gichtgasfänge. Während nach v. Hoff aus an Bergabhänge gelehnten Holzkohlenöfen die Gichtgase im Niveau der Gicht mit grosser Ersparung an Brennstoff seit 30 Jahren ohne Gefährdung des Ofenbetriebes benutzt sind, so haben sich bei Ableitung der Gase aus in der Ebene gelegenen Kokshohöfen auf die Hüttensohle durch Ansaugen mittelst eines hohen Schornsteins grosse Uebelstände gezeigt; durch das Wegsaugen der Gase wurde die Schmelzzone leicht zu weit nach oben gelegt, in Folge dessen die Gichten ohne gehörige Reduction und Kohlung der Erze rascher niedergingen und nur mit einem grösseren Aufwand an Koks Gaargang zu erhalten war. Durch Einsaugen von Luft wurden die Gase häufig explosiv. Sollen Gichtgase mit Vortheil benutzt werden, so müssen sie mit einer gewissen Spannung aus dem Ofen treten und nicht angesogen, sondern geschoben werden. Bei zu weiten Gichten kann auch die erforderliche Spannung fehlen, was auf den Ofengang störend wirkt, weshalb man von den viel gepriesenen weiten Gichten neuerdings häufig wieder zu engeren zurückgekehrt ist (S. 256). Zur Absetzung des Flugstaubes empfiehlt es sich, die Gichtgase von der Gicht aus in ein ansteigendes Rohr zu führen, oder bei horizontalem Ableitungsrohr dasselbe häufig zu reinigen, sowie die Gase über eine lange Wasserfläche zu leiten, um die darin enthaltenen Wasserdämpfe zu condensiren und den Gichtrauch niederzuschlagen.

Nach vorliegenden Erfahrungen leistet jeder vernünftig construirte Gasfang seine guten Dienste, mag man die Gase aus der Mitte, von der Peripherie weg oder über der Beschickungssäule auffangen, wenn nur die Gase die erforderliche Spannung besitzen und rationell, d. h. so chargirt wird, dass das Grobe in die Mitte, das Feine an den Rand des Hohofens gelangt. Auf der Hörder Hütte angewandte verschiedene Gasfänge haben Obiges bestätigt. Der einfachste besteht darin, aus der Mitte des unter Wasserver-

schluss stehenden Gichtdeckels die Gase durch ein Rohr abzuleiten und das Chargiren durch vier im Deckel befindliche, mit Klappen versehene Oeffnungen vorzunehmen. Werden bei stark gepresstem Winde die Arbeiter durch die Gase belästigt, so kann man das Gasableitungsrohr in die Beschickungssäule einragen lassen. v. HOFF hat den PARRY'schen Trichterapparat (S. 234) in der Weise modificirt, dass das Gasabführungsrohr an der Spitze des beweglichen Vertheilungskegels angebracht und zur Verhütung des Entweichens von Gasen zwischen Kegel und Trichter letzterer unter Wasserverschluss mit Klappen versehen ist (Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. VII. B. u. h. Ztg. 1864. S. 131. Siehe auch: ESCALLE in Bullet. de la soc. de l'ind. minér. IX, 81).

S. 266. **Bestimmung der Windmenge für Eisenhohöfen.** Die auf verschiedenen Hüttenwerken gemachte Erfahrung, dass der Eisenhohofen so viel Wind von 0° Temperatur und 28 Zoll Barometerstand pro Minute zu erhalten habe, als seine Wochenproduction in Centnern beträgt, trifft auch auf den Oberharzer Hütten nahehin zu, wie nachfolgende Zusammenstellung zeigt:

	Wöchentl. Roheisenproduction.	Windmenge pro Min.	Eisengehalt des Möllers.	Roheisensorte.
	Ctr.	Cbfss.	Proc.	
Rothehütte . . .	743	733	35	grau
Königshütte . .	333	355	$32^3/_4$	„
Lerbacher Hütte .	349	354	$33^1/_2$	„
Altenauer Hütte .	426	466	35	halbirt

Wird die Production von Königs- und Lerbacher-Hütte auf ein 35procentiges Möller bezogen, so erhält man folgende resp. Productionsmengen: 365 und 356 Ctr.

S. 272. **Anwendung von Wasserdämpfen beim Hohofenbetriebe.** Die Einführung von Wasserdämpfen mit der Gebläseluft durch die Düsen behuf Entfernung des Schwefels hat meist keine günstigen Resultate hinsichtlich des Ofenganges ergeben; es tritt leicht Abkühlung des Ge-

stelles und eine Zersetzung der zur Kohlung erforderlichen Cyanverbindungen ein.

Nach KERPELY lässt sich ein günstigerer Erfolg erwarten, wenn man oberhalb der Rast, wo die Wirkung der Cyandämpfe beendigt ist, Wasser in den Ofen einträufeln lässt (B. u. h. Ztg 1864. S. 69).

S. 276. Erforderliche Stärke der Gebläsemaschinen für den Kokshohofenbetrieb von KALLE, in B. u. h. Ztg. 1864.

S. 335. Ueber Beziehungen zwischen dem spec. Gew. des Roheisens und der Schlacke von KERPELY, in B. u. h. Ztg. 1864. S. 145.

S. 340. Veränderungen des Roheisens. Zur Königshütte am Harz hat sich bei Gelegenheit des Brandes einer Kohlenschuppe unter den glühenden Kohlen graues Roheisen befunden und ist dasselbe bei dem Luftzutritt theils in Stabeisen, theils völlig in Eisenoxyduloxyd umgewandelt, zum Theil von Eisensilicatkrystallen bedeckt (B. u. h. Ztg. 1864. S. 42).

S. 401. Hämmerbares Gusseisen. Ueber Darstellung, Eigenschaften und Anwendbarkeit dieses Products hat A. BRÜLL (B. u. h. Ztg. 1864) ausführliche Mittheilungen gemacht und DALIFOL zwei neue Ofenconstructionen dafür angegeben.

S. 426. CHENOT's Methode der Eisenbereitung nach PERCY, in B. u. h. Ztg. 1864.

S. 521. Ueber HASWELL's Presshammer: Bullet. de la soc. de l'ind. minér. IX, 53.

S. 659. Analyse von Roheisen und des daraus dargestellten Bessemereisens nach TOOKEY:

	a Roheisen.	b Bessemereisen.	a Roheisen.	b Bessemereisen.
Kohlenstoff .	3,309	0,218	3,383	0,281
Silicium . .	0,595	nichts	1,630	nichts
Schwefel .	0,485	0,402	0,206	0,371
Phosphor .	1,012	1,102	1,090	1,966

Diese Analysen zeigen, dass Schwefel und Phosphor beim Bessemern nicht entfernt werden (PERCY, Metallurgy. II, 819).

S. 723. Einwirkung des Mangans bei der Gusstahlbereitung. Erfahrungsmässig erhält Gussstahl,

bei einem Zusatz von Braunstein und Kohle geschmolzen, grössere Zähigkeit und lässt sich leichter hämmern, als solcher ohne diesen Zusatz. Um zu erforschen, ob das Mangan chemisch oder mechanisch oder auf beide Weisen wirkt, liess PERCY denselben Stahl für sich (a) und mit Braunstein und Kohle (b) umschmelzen und fand folgende Zusammensetzung der Proben:

	Fe	Mn	Si	S	P	Al	C
a	99,05	0,03	0,24	0,05	0,02	0,12	nicht
b	99,09	0,10	0,24	0,07	0,02	0,01	bestimmt.

Hiernach scheint das Mangan nur auf eine Entfernung von Aluminium gewirkt zu haben; weitere Analysen müssen eine derartige Wirkung noch bestätigen. Nach HENRY soll das Mangan als Carburet Silicium in den Stahl führen, wodurch er flüssiger und gleichartiger wird. PARRY ist neuerdings zu der Ansicht gelangt, dass ein Mangangehalt (0,5—1,0 %) veranlasst, dass der Stahl bei höherer Temperatur, als sonst, sich hämmern, walzen und schweissen lässt, und es somit eines minder kräftigen Walzwerks bedarf. In merklicher Menge im Stahl vorhanden, macht das Mangan denselben in der Kälte brüchiger (PERCY, Metallurgy. II, 846).

Analysen von Eisenhüttenproducten in B. u. Ztg. 1864.







THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
REFERENCE DEPARTMENT
This book is under no circumstances to be
taken from the Building